



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN
PADA PEMBANGUNAN STRUKTUR GEDUNG
WORKSHOP UNTUK TERMINAL MULTIPURPOSE
TELUK LAMONG (PAKET D) SURABAYA**

ZHAGITA DEVIE ARIYANTI
NRP. 3112.030.018

DIAN APRILIANA
NRP. 3112.030.036

Dosen Pembimbing I
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

Dosen Pembimbing II
Ir. DARMAN KATNI S, MM
NIP. 19470308 138403 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015



FINAL PROJECT APPLIED - RC 145501

**TIME AND COST STRUCTURE CONSTRUCTION
PLANNING OF WORKSHOP BUILDING FOR TERMINAL
MULTIPURPOSE TELUK LAMONG (PACKAGE D),
SURABAYA**

ZHAGITA DEVIE ARIYANTI
NRP. 3112 030 018

DIAN APRILIANA
NRP. 3112 030 036

Counsellor Lecturer I
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

Counsellor Lecturer II
Ir. DARMAN KATNI S, MM
NIP. 19470308 138403 1 001

DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015

LEMBAR PENGESAHAN

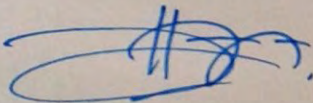
PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PEMBANGUNAN STRUKTUR GEDUNG WORKSHOP UNTUK TERMINAL MULTIPURPOSE TELUK LAMONG (PAKET D) SURABAYA

Proyek Akhir

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Bangunan Gedung
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Faultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

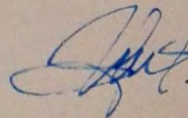
Oleh:

Mahasiswa I



Zhagita Devie Ariyanti
NRP. 3112030018

Mahasiswa II



Dian Apriliana
NRP. 3112030036

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir:

Surabaya, Juli 2015

27 JUL 2015



Ir. Widjonarko, MSc (CS)
NIP. 195312091984031001

Ir. Darman Katni S, MM
NIP. 194703081384031001

**PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN
PADA PEMBANGUNAN STRUKTUR GEDUNG
WORKSHOP UNTUK TERMINAL MULTIPURPOSE
TELUK LAMONG (PAKET D) SURABAYA**

Nama Mahasiswa 1	: Zhagita Devie Ariyanti
NRP	: 3112030018
Jurusan	: Diploma III Teknik Sipil FTSP - ITS
Nama Mahasiswa 2	: Dian Apriliana
NRP	: 3112030036
Jurusan	: Diploma III Teknik Sipil FTSP - ITS
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Widjonarko, MSc (CS)
NIP	: 195312091984031001
Dosen Pembimbing 2	: Ir. Darman Katni S, MM
NIP	: 194703081384031001

ABSTRAK

Gedung Workshop untuk Terminal Multipurpose (Paket D) Teluk Lamong Surabaya adalah bangunan 4 lantai dengan luas bangunan 547,5 m² yang digunakan sebagai objek proyek akhir ini. Pada proyek akhir ini akan dilakukan perencanaan pelaksanaan proyek untuk mencari hasil akhir berupa waktu dan biaya pelaksanaan sesuai dengan metode yang direncanakan.

Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan menggunakan sumber referensi utama dari Ir. A. Soedradjat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Penerbit “Nova”, Bandung dan referensi tentang alat berat. Perhitungan produktivitas kerja tenaga manusia dan peralatan menggunakan data analisa dari sumber-sumber referensi tersebut dan diterapkan pada metode pelaksanaan yang ditetapkan menghasilkan waktu dan jumlah biaya yang diperlukan dari pelaksanaan pembangunan pada obyek studi. Adapun volume pekerjaan dihitung langsung berdasarkan gambar pelaksanaan yang ada, dan berdasarkan analisa akan dapat diketahui sumber daya yang diperlukan serta

waktu pelaksanaan setiap aktivitas pekerjaan. Biaya tiap aktivitas pekerjaan hanya tinggal menjumlah biaya upah tenaga, sewa peralatan dan biaya material yang diperlukan.

Perencanaan penjadwalan pelaksanaan proyek menggunakan alat bantu MS Project 2010 untuk menerapkan teori jaringan kerja pelaksanaan proyek pada objek studi. Input pada MS Project adalah durasi, sumber daya, dan ketentuan ketergantungan antar aktivitas pada pelaksanaan proyek. Kontrol penjadwalan adalah melakukan analisis pada resource graph guna mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Hal-hal yang menyebabkan timbulnya *idle time* (waktu menganggur) perlu diminimalisasi sedemikian hingga penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal. Dari perencanaan yang telah disusun didapatkan hasil berupa durasi pelaksanaan selama 258 hari kerja kalender dan total biaya pelaksanaan sebesar Rp 3.153.243.637,00.

Kata kunci: Jaringan Kerja, Biaya Pelaksanaan, Waktu Pelaksanaan

**TIME AND COST STRUCTURE CONSTRUCTION
PLANNING OF WORKSHOP BUILDING FOR
TERMINAL MULTIPURPOSE TELUK LAMONG
(PACKAGE D) SURABAYA**

Student 1 : Zhagita Devie Ariyanti
NRP : 3112030018
Program : Diploma III Civil Engineering FTSP - ITS
Student 2 : Dian Apriliana
NRP : 3112030036
Program : Diploma III Civil Engineering FTSP - ITS
Supervisor 1 : Ir. Widjonarko, MSc (CS)
NIP : 195312091984031001
Supervisor 2 : Ir. Darman Katni S, MM
NIP : 194703081384031001

ABSTRACT

Workshop Building for Terminal Multipurpose Teluk Lamong (Pakcage D) Surabaya is a 4 (four) stories concrete structure building with total area of 547,5 m² that is used as the object of this final project. The purpose of this final project was to analyze a construction plan based on selected construction method that produces an efficient resources, especially regarding man power. Other important result is the total construction duration and budget.

Time and cost analysis of the construction plan uses main reference from Ir. A. Soedradjat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Penerbit “Nova”, Bandung and other reference regarding heavo the selected constructuion method to produce time and cost for the construction plan. While work volume was calculated directly based on the design drawing and based on the productivity analysis from the reference produced resources required and duration for each activity. Cost

for each activity was just to accumulate man power, and equipment and material cost.

Construction plan of the project was designed using MS Project 2010 in order to apply network planning theory. Input for the software were duration, resource required for each activity and interdependence requirements between activities. Construction schedule should be controlled for its resources usage in order to minimize idle time occurred for man power and equipment in order to get an optimum use of the resources. Using figure from the MS Project 2010, total duration of the construction plan is 258 days with total cost is Rp. 3,153,243, 637. 00.

Keyword: Network Planning, Cost Implementation, Time Schedule

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kekuatan dan keteguhan iman, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tersusunnya proyek akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terimakasih terutama kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan bantuan moril maupun material serta seluruh keluarga dan kerabat penulis atas do'a dan restunya selama ini.
2. Bapak Ir. Widjonarko, MSc (CS), dan Bapak Ir. Darman Katni S, MM, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. M. Sigit Darmawan, M.Eng Sc, PhD, selaku Kepala Program Studi Diploma III Teknik Sipil.
4. Bapak Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST. MT, selaku Koordinator Proyek Akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam Proyek Akhir ini
6. Seluruh dosen serta jajaran staf dan karyawan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis menantikan saran dan usul ke arah perbaikan dengan tangan terbuka dan senang hati. Demikian hasil Tugas Akhir penulis, semoga bermanfaat bagi penulis pribadi dan rekan-rekan mahasiswa lainnya.

Surabaya, Juli 2015
Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Peta Lokasi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Metode Pelaksanaan.....	5
2.2.1 Pekerjaan Pengukuran/Uitzet.....	5
2.2.2 Pekerjaan Pemagaran.....	10
2.2.3 Pekerjaan Direksi Keet.....	15
2.2.4 Pekerjaan Gudang Material.....	20
2.2.5 Pekerjaan Bowplank.....	25
2.2.6 Pekerjaan Urugan.....	27
2.2.7 Pekerjaan Tiang Pancang.....	36
2.2.8 Pekerjaan Galian.....	41
2.2.9 Pekerjaan Pematangan Tiang Pancang.....	47
2.2.10 Pekerjaan Lantai Kerja.....	48
2.2.11 Pekerjaan Bekisting.....	53
2.2.12 Pekerjaan Pembesian.....	68
2.2.13 Pekerjaan Pengecoran.....	88
2.2.14 Pekerjaan Pengangkatan.....	92

BAB III METODOLOGI	95
3.1 Uraian Metodologi	95
3.2 Bagan Alir	97
3.3 Metode Pelaksanaan	100
3.3.1 Pekerjaan Pemancangan	100
3.3.2 Pekerjaan Pile Cap	101
3.3.3 Pekerjaan Pit Lift dan Kolom Pendek	103
3.3.4 Pekerjaan Tie Beam dan Plat Lantai 1	105
3.3.5 Pekerjaan Kolom Struktur Atas	106
3.3.6 Pekerjaan Balok dan Pelat Struktur Atas	113
3.3.7 Pekerjaan Tangga	119
BAB IV PERHITUNGAN VOLUME, DURASI, BIAYA DAN NETWORK PLANNING	121
4.1 Pekerjaan Uitzet	121
4.1.1 Perhitungan Volume	121
4.1.2 Rencana Grup Kerja	123
4.1.3 Perhitungan Durasi	123
4.1.4 Perhitungan Biaya	124
4.2 Pekerjaan Pemagaran	124
4.2.1 Perhitungan Volume	125
4.2.2 Rencana Grup Kerja	125
4.2.3 Perhitungan Durasi	126
4.2.4 Perhitungan Biaya	126
4.3 Pekerjaan Direksi Keet	127
4.3.1 Perhitungan Volume	127
4.3.2 Rencana Grup Kerja	128
4.3.3 Perhitungan Durasi	128
4.3.4 Perhitungan Biaya	130
4.4 Pekerjaan Gudang Material	130
4.4.1 Perhitungan Volume	131
4.4.2 Rencana Grup Kerja	132
4.4.3 Perhitungan Durasi	132
4.4.4 Perhitungan Biaya	133

4.5	Pekerjaan Bowplank.....	134
4.5.1	Perhitungan Volume	135
4.5.2	Rencana Grup Kerja.....	135
4.5.3	Perhitungan Durasi.....	135
4.5.4	Perhitungan Biaya	136
4.6	Pekerjaan Urugan.....	136
4.6.1	Urugan Lahan.....	136
4.6.2	Urugan Pile Cap	139
4.6.3	Urugan Pit Lift	142
4.6.4	Urugan Tie Beam	144
4.6.5	Urugan Plat Lantai Dasar	147
4.7	Pekerjaan Pemancangan	150
4.8	Pekerjaan Galian	158
4.8.1	Galian Pile Cap	158
4.8.2	Galian Pit Lift	162
4.8.3	Galian Tie Beam	165
4.8.4	Galian Plat Lantai 1	169
4.9	Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang.....	172
4.10	Pekerjaan Lantai Kerja.....	174
4.10.1	Lantai Kerja Pile Cap	174
4.10.2	Lantai Kerja Pit Lift	183
4.10.3	Lantai Kerja Tie Beam	186
4.10.4	Lantai Kerja Plat Lantai Dasar	194
4.11	Pekerjaan Bekisting.....	200
4.11.1	Bekisting Batu Bata Merah	200
4.11.2	Bekisting Kayu.....	229
4.12	Pekerjaan Pembesian.....	259
4.12.1	Pembesian Pile Cap.....	260
4.12.2	Pembesian Pit Lift.....	275
4.12.3	Pembesian Kolom	281
4.12.4	Pembesian Balok.....	293
4.12.5	Pembesian Plat.....	312
4.12.6	Pembesian Tangga	317
4.13	Pekerjaan Pengecoran	338
4.13.1	Pengecoran Pile Cap	338

4.13.2	Pengecoran Pit Lift dan Kolom Pendek.....	342
4.13.3	Pengecoran Kolom.....	348
4.13.4	Pengecoran Balok dan Plat.....	354
4.13.5	Pengecoran Tangga	362
4.14	Pekerjaan Pengangkatan.....	368
4.14.1	Perhitungan Durasi.....	369
4.14.2	Perhitungan Biaya	373
4.15	Hasil Pekerjaan Microsoft Office Project.....	373
BAB V PENUTUP.....		379
5.1	Kesimpulan	379
5.2	Saran	379
DAFTAR PUSTAKA.....		381

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jam Kerja Buruh untuk Pengukuran	9
Tabel 2.2 Jam Kerja Setiap 2,36 m ³ Konstruksi Ringan	13
Tabel 2.3 Jam Kerja yang Diperlukan untuk Pemasangan Papan Kasar	14
Tabel 2.4 Kecepatan Produksi Pekerjaan Timbunan dengan Tangan atau Alat Sekop	31
Tabel 2.5 Faktor Kondisi Peralatan	32
Tabel 2.6 Faktor Operator dan Mekanik.....	33
Tabel 2.7 Faktor Cuaca	34
Tabel 2.8 Jumlah Pass untuk Pemadatan	34
Tabel 2.9 Faktor Konversi untuk Urugan Tanah	35
Tabel 2.10 Kapasitas Kereta Sorong 0,06 m ³	46
Tabel 2.11 Keperluan Relatif dan Berat Padat Bahan	49
Tabel 2.12 Kekuatan – Kekuatan Beberapa Campuran Beton dengan slump 7,5 cm.....	49
Tabel 2.13 Keperluan Buruh Untuk Mencampur, Menaruh di Dalam Cetakan	51
Tabel 2.14 Keperluan Batu Bata untuk Luas Dinding 1 m ² tebal ½ Batu	55
Tabel 2.15 Keperluan Mortar untuk 1000 Buah Batu Bata Merah, dengan Tebal Dinding 1 ½ Batu (± 30 cm)	55
Tabel 2.16 Bahan yang Digunakan untuk Campuran 1 m ³ Mortar atau Spesi yang Terdiri dari Semen dan Pasir	56
Tabel 2.17 Hasil Kerja Tukang BAdu Bata dengan Membentuk Sambungan.....	58
Tabel 2.18 Keperluan Menyelesaikan Pekerjaan Dalam 1 Jam ..	59
Tabel 2.19 Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10m ²	64
Tabel 2.20 Keperluan Tenaga Buruh Tiap Luas Cetakan 10m ² ..	66
Tabel 2.21 Syarat Kait Standar & Diameter Bengkokan Minimum	68

Tabel 2.22 Syarat Kait Standar & Diameter Bengkokan Minimum	69
Tabel 2.23 Syarat Panjang Penyaluran & Panjang Lewatan	70
Tabel 2.24 Berat Besi Ulir	84
Tabel 2.25 Berat Besi Polos	84
Tabel 2.26 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan	86
Tabel 2.27 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan	86
Tabel 4.1 Spesifikasi Vibration Roller	137
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Volume Tangga	328

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar Peta Lokasi Proyek.....	4
Gambar 2.1 Perencanaan Uitzet Lahan	6
Gambar 2.2 Perencanaan Uitzet Bangunan	7
Gambar 2.3 Peta Situasi Lahan dan Bangunan.....	10
Gambar 2.4 Rencana Pemagaran.....	11
Gambar 2.5 Penampang Seng Gelombang dan Kayu Meranti untuk Pemagaran.....	11
Gambar 2.6 Direksi Keet Tampak Depan.....	16
Gambar 2.7 Direksi Keet Tampak Samping	16
Gambar 2.8 Penampang Plywood dan Kayu Meranti untuk Dinding Direksi Keet	17
Gambar 2.9 Gudang Material Tampak Depan.....	21
Gambar 2.10 Gudang Material Tampak Samping	21
Gambar 2.11 Penampang Plywood dan Kayu Meranti untuk Dinding Direksi Keet	22
Gambar 2.12 Denah Bangunan dan Bowplank.....	25
Gambar 2.13 Daerah Bowplank dan Patok.....	26
Gambar 2.14 Detail Urugan dan Lantai Kerja	28
Gambar 2.15 Detail Tinggi Pekerjaan Urugan Lahan.....	29
Gambar 2.16 Luasan Pit Lift dan PC-1A.....	29
Gambar 2.17 Tiang Pancang 16 m dan 15 m.....	37
Gambar 2.18 Denah Pemancangan.....	37
Gambar 2.19 Detail Elevasi Pit Lift	42
Gambar 2.20 Detail Elevasi Galian PC1	43
Gambar 2.21 Detail Elevasi Galian PC2	44
Gambar 2.22 Detail Elevasi Galian PC3	44
Gambar 2.23 Detail Elevasi Galian PC4	44
Gambar 2.24 Detail Pematangan Tiang Pancang	47
Gambar 2.25 Tampak Atas Bekisting Pit Lift	54
Gambar 2.26 Tampak Samping Bekisting Pit Lift.....	54
Gambar 2.27 Luasan Bekisting Tie Beam	55
Gambar 2.28 Bekisting Kolom.....	61

Gambar 2.29 Bekisting Kolom yang Telah Direduksi Oleh Luas Balok	62
Gambar 2.30 Bekisting Balok	63
Gambar 2.31 Bekisting Plat.....	63
Gambar 2.32 Detail Pembesian Pile Cap Tulangan Atas.....	70
Gambar 2.33 Detail Pembesian Pile Cap Tulangan Bawah	71
Gambar 2.34 Detail Pembesian Kolom Pendek Tulangan Utama.....	72
Gambar 2.35 Detail Pembesian Tulangan Sengkang	72
Gambar 2.36 Detail Pembesian Pit Lift Tulangan Menerus	73
Gambar 2.37 Detail Pembesian Pit Lift Tulangan Memanjang ..	73
Gambar 2.38 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok Kiri – Atas.....	74
Gambar 2.39 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok Kiri – Tengah Atas Bagian Samping 1	74
Gambar 2.40 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok Kiri – Tengah Atas Bagian Samping 2	74
Gambar 2.41 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok kiri – Tengah Bawah	75
Gambar 2.42 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok kiri – Bawah.....	75
Gambar 2.43 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Tengah – Atas Menerus.....	75
Gambar 2.44 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Tengah – Tengah Atas Bagian Samping.....	76
Gambar 2.45 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Tengah – Bawah Menerus	76
Gambar 2.46 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok Kanan - Atas	77
Gambar 2.47 Detail Pembesian Balok dan Tie Beam Bagian Pojok Kanan – Bawah	77
Gambar 2.48 Detail Tulangan Plat Bagian Atas.....	78
Gambar 2.49 Detail Tulangan Plat Bagian Bawah	78
Gambar 2.50 Detail Tulangan Bordes 1 Arah y	78
Gambar 2.51 Detail Tulangan Memanjang Atas A.....	79
Gambar 2.52 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga A	79

Gambar 2.53 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y	80
Gambar 2.54 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x	80
Gambar 2.55 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah x	81
Gambar 2.56 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga B	81
Gambar 2.57 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga B	82
Gambar 2.58 Detail Tulangan Plat Bordes	82
Gambar 2.59 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga C	83
Gambar 3.1 Layout Pemancangan	100
Gambar 3.2 Layout Pile Cap	101
Gambar 3.3 Layout Bekisting Pile Cap	102
Gambar 3.4 Layout Pengecoran Pile Cap	102
Gambar 3.5 Layout Kolom Pendek	104
Gambar 3.6 Layout Pengecoran Pit Lift dan Kolom Pendek	104
Gambar 3.7 Layout Tie Beam dan Plat Lantai 1	105
Gambar 3.8 Layout Pengecoran Tie Beam dan Plat Lantai 1 ...	106
Gambar 3.9 Layout Pembesian dan Bekisting Kolom Lantai 1	108
Gambar 3.10 Layout Pembesian dan Bekisting Kolom Lantai 2	109
Gambar 3.11 Layout Pembesian dan Bekisting Kolom Lantai 3 dan atap	109
Gambar 3.12 Ilustrasi Penuangan Beton dari Truk Mixer ke Kolom	110
Gambar 3.13 Layout Pengecoran Kolom Lantai 1	111
Gambar 3.14 Layout Pengecoran Kolom Lantai 2	111
Gambar 3.15 Layout Pengecoran Kolom Lantai 3 dan 4	112
Gambar 3.16 Pelaksanaan Pemadatan Beton dengan Concrete Vibrator	112
Gambar 3.17 Tahapan Pemasangan Scaffolding	113
Gambar 3.18 Pemasangan Perancah Balok dan Plat	114
Gambar 3.19 Layout Bekisting dan Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	115
Gambar 3.20 Layout Bekisting dan Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	115
Gambar 3.21 Layout Bekisting dan Pembesian Balok dan Plat Lantai 4 dan Atap	116

Gambar 3.22 Layout Pengecoran Balok dan Plat Lantai 2	118
Gambar 3.23 Layout Pengecoran Balok dan Plat Lantai 3	118
Gambar 3.24 Layout Pengecoran Balok dan Plat Lantai 4 dan atap	118
Gambar 4.1 Crawler Crane SCX400	152
Gambar 4.2 Penampang Bekisting Segi Enam	202
Gambar 4.3 Sketsa Tangga.....	254
Gambar 4.5 Potongan Tulangan Pile Cap Arah x Sisi Atas.....	260
Gambar 4.6 Potongan Tulangan Pile Cap Arah x Sisi Bawah ..	261
Gambar 4.7 Potongan Tulangan Pile Cap Arah y Sisi Atas.....	262
Gambar 4.8 Potongan Tulangan Pile Cap Arah y Sisi Bawah ..	262
Gambar 4.9 Detail Penulangan PC 2	263
Gambar 4.10 Detail Tulangan Kolom Pendek.....	281
Gambar 4.11 Detail Tulangan Sengkang Pada Kolom Pendek.	283
Gambar 4.12 Detail Tulangan Kolom	284
Gambar 4.13 Detail Tulangan Sengkang Pada Kolom	285
Gambar 4.14 Bentuk Penulangan Tengah Atas Bagian Samping	297
Gambar 4.15 Bentuk Penulangan Tengah Atas Bagian Samping	298
Gambar 4.16 Bentuk Penulangan Bagian Tengah Bawah	298
Gambar 4.17 Bentuk Penulangan Bagian Bawah Menerus	298
Gambar 4.18 Detail Tulangan Plat Bordes I Arah y	317
Gambar 4.19 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga A.....	318
Gambar 4.20 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga A ..	318
Gambar 4.21 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y Tangga A	319
Gambar 4.22 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x	320
Gambar 4.23 Detail Tulangan Tangga Arah x.....	320
Gambar 4.24 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah x	321
Gambar 4.25 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga B	321
Gambar 4.26 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga B ..	322
Gambar 4.27 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y Tangga B	322
Gambar 4.28 Detail Tulangan Plat Bordes 1 Arah x	323
Gambar 4.29 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x	323
Gambar 4.30 Detail Tulangan Tangga Arah x.....	324
Gambar 4.31 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga C	325
Gambar 4.32 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga C ..	325
Gambar 4.33 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y	326

Gambar 4.34 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah y	326
Gambar 4.35 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x	327
Gambar 4.36 Detail Tulangan Tangga Arah x.....	327
Gambar 4.37 Penampang Pengecoran PC Segi Enam	339
Gambar 4.38 Predecessors	374
Gambar 4.39 Resource Graph 1	375
Gambar 4.40 Resource Form.....	375
Gambar 4.41 Resource Kegiatan Pemagaran.....	376
Gambar 4.42 Reports.....	377

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data gambar perencanaan dan spesifikasi teknis dari PT Adhi Karya untuk pembangunan Gedung Workshop Pelabuhan Teluk Lamong dengan konstruksi beton bertulang 4 (empat) lantai dan pondasi tiang pancang, akan dihitung kembali waktu dan biaya pelaksanaan gedung tersebut dengan merencanakan metode pelaksanaan sesuai teori dan ilmu yang terkait dengan permasalahan. Dalam merencanakan metode pelaksanaan, diperlukan data-data perhitungan volume, kapasitas produksi, kebutuhan sumber daya (material, alat, tenaga), perhitungan durasi dan biaya dari masing-masing item pekerjaan dari struktur utama gedung tersebut. Perhitungan biaya dan waktu pada Tugas Akhir ini dikhususkan pada pekerjaan struktur saja, seperti pekerjaan pemancangan, pile cap, pit lift, tie beam, kolom, balok, plat, dan tangga.

Teori yang digunakan pada Tugas Akhir ini berkaitan dengan analisa kapasitas produksi tiap pekerjaan berdasarkan referensi dari pengalaman lapangan Ir. A. Soedradjat. S dalam bukunya “Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan”. Setiap pekerjaan harus ditentukan kebutuhan material, peralatan dan tenaga yang biasa digunakan. Kebutuhan dari material, peralatan dan grup tenaga dapat ditentukan berdasarkan daftar kapasitas produksi yang ada pada referensi. Jika kapasitas produksi telah dihitung, dapat ditentukan durasi dari setiap jenis pekerjaan. Kemudian perencana perlu untuk menyusun jadwal terhadap penggunaan sumber daya, peralatan dan tenaga. Sehingga, dari penyusunan jadwal tersebut perencana dapat menentukan biaya karena biaya pelaksanaan suatu

pekerjaan dapat dihitung berdasarkan total durasi pekerjaan. Dimana biaya yang diperlukan yaitu biaya upah tenaga, alat, dan bahan material.

Untuk menyusun jadwal kegiatan, dalam Tugas Akhir ini perencana memakai *network planning*. *Network planning* adalah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Dalam membuat *network planning* dibantu dengan aplikasi Microsoft office Project 2010, dimana inputnya adalah durasi dan biaya dari masing-masing jenis pekerjaan serta metode pelaksanaan yang dipilih. Output yang bisa dimanfaatkan yaitu total waktu, total biaya, dan diagram kebutuhan sumber daya.

Bab I membahas hal apa yang melatar belakangi dan gambaran umum dari perencana dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Bab II membahas teori apa saja yang digunakan untuk melakukan perhitungan durasi dan biaya. Bab III membahas metodologi yang dipakai untuk penyusunan Tugas Akhir. Bab IV membahas perhitungan durasi, biaya, dan penjelasan susunan item pekerjaan. Bab V adalah bab tentang kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan dan perencanaan yang telah dibuat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah tugas akhir sebagai berikut :

1. Bagaimana rencana kerja dari pembangunan struktur Gedung Workshop Teluk Lamong Surabaya
2. Berapa total waktu pelaksanaan pada pembangunan struktur Gedung Workshop Teluk Lamong Surabaya
3. Berapa total biaya pelaksanaan pada pembangunan struktur Gedung Workshop Teluk Lamong Surabaya

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis membatasi permasalahan dalam hal-hal berikut :

1. Perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan hanya meliputi pekerjaan struktur, mulai struktur bawah hingga struktur atas (pekerjaan pancang, pile cap, tie beam, lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, lantai atap)
2. Perhitungan produktivitas menggunakan Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern) karangan Ir. A. Soedrajat,S
3. Harga dasar, upah dan bahan setiap pekerjaan berdasarkan HSPK 2014 kota Surabaya, survey lapangan dan standar PU
4. Perhitungan biaya yang akan dihitung adalah biaya langsung yang didapatkan dari struktur utamanya

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Menyusun metode pelaksanaan untuk pembangunan Gedung Workshop Teluk Lamong (Paket D) Surabaya
2. Menghitung waktu pelaksanaan pada pembangunan struktur Gedung Workshop Teluk Lamong (Paket D) Surabaya
3. Menghitung biaya pelaksanaan pada pembangunan struktur Gedung Workshop Teluk Lamong (Paket D) Surabaya

1.5 Manfaat

1. Dapat menghitung kebutuhan bahan yang diperlukan pada proyek
2. Dapat menghitung kebutuhan tenaga yang diperlukan pada proyek
3. Dapat menghitung kebutuhan alat yang diperlukan pada proyek

4. Dapat menghitung waktu penyelesaian pelaksanaan proyek
5. Dapat menghitung total biaya pelaksanaan proyek

1.6 Peta Lokasi



Gambar 1. 1 Gambar Peta Lokasi Proyek
(Sumber: www.google.com/maps)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pada bab ini akan dibahas teori-teori yang digunakan dalam merencanakan biaya dan waktu pelaksanaan untuk gedung beton bertulang 4 lantai. Ruang lingkup pekerjaan yaitu meliputi pekerjaan struktur bawah yang terdiri dari pekerjaan pemancangan, pile cap, tie beam, dan kolom pendek serta pekerjaan struktur atas yang terdiri dari pekerjaan kolom, balok, plat, dan tangga. Pelaksanaan pekerjaan dilaksanakan baik oleh tenaga pekerja (manual) maupun dengan bantuan alat berat. Berikut ini akan dibahas cara perhitungan volume, waktu, dan biaya untuk masing-masing pekerjaan.

2.2 Metode Pelaksanaan

2.2.1 Pekerjaan Pengukuran / Uitzet

Untuk membangun gedung, pengukuran dilakukan dengan cara membuat titik tolak atau bench mark dimana semua ukuran didasarkan atas titik tetap itu. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu penyipat datar seperti theodolit. Pengukuran yang dilakukan antara lain:

- Pengukuran rangka (polygon utama)

Pengukuran polygon terdiri dari 2 macam pengukuran, yaitu polygon lahan dan polygon bangunan. Pengukuran ini menggunakan pengukuran polygon tertutup dimana titik BM diasumsikan berjarak ± 10 meter dari lahan. Untuk membantu pengukuran, dibuatlah titik-titik BM yang lain (TBM).

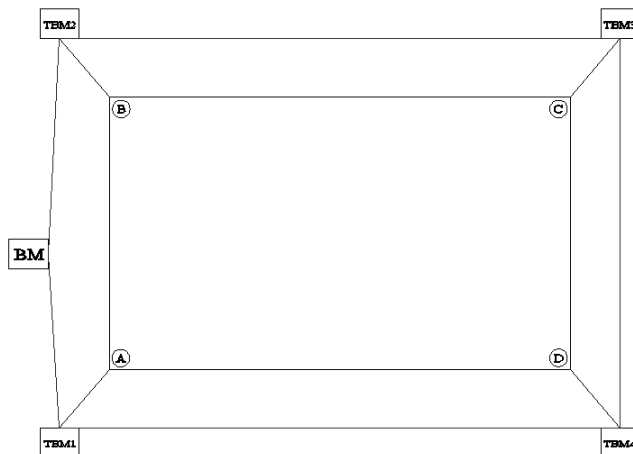
Perencanaan uitzet lahan tertera pada gambar 2.1 sedangkan uitzet bangunan tertera pada gambar 2.2.

Pengukuran ini adalah uitzet tertutup, maka dari itu titik TBM awal akan menembak titik BM dan titik-titik yang dikehendaki lainnya searah jarum jam, tidak lupa juga menembak titik TBM selanjutnya. Setelah itu hal yang sama dilakukan pada titik TBM yang telah ditembak tadi, namun tanpa harus menembak titik BM. Hal ini dilakukan hingga titik TBM terakhir, dan dikarenakan pengukuran ini adalah pengukuran uitzet tertutup maka dari itu titik TBM terakhir harus menutup pengukuran dengan menembak titik BM.

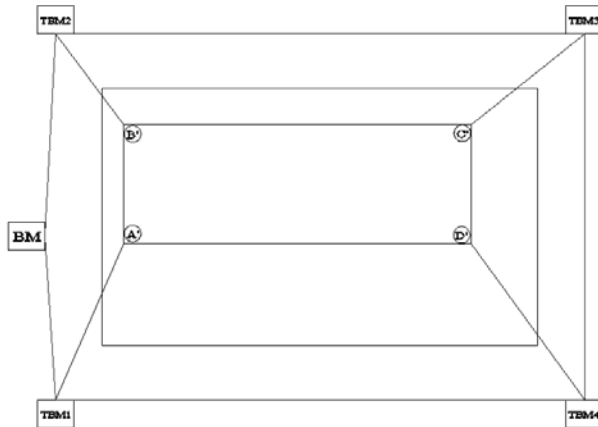
Pada pengukuran uitzet lahan, titik-titik yang ditembak nantinya akan digunakan untuk pemagaran lahan, sedangkan pada pengukuran uitzet bangunan nantinya akan digunakan untuk pekerjaan bowplank dan penentuan as-as bangunan.

- Pengeplotan lahan dan bangunan

Setelah diketahui titik-titik hasil pengukuran, kemudian diplot untuk memberikan tanda panjang dan lebar dari lahan maupun bangunan itu sendiri untuk mempermudah pengerjaan tahapan selanjutnya.



Gambar 2. 1 Perencanaan uitzet lahan



Gambar 2. 2 Perencanaan uizet bangunan

2.2.1.1 Volume

Untuk mendapatkan durasi, maka harus dicari volume masing-masing pekerjaan yang pada pekerjaan uizet kali ini terbagi menjadi 2 macam, yang pertama adalah pengukuran rangka (polygon utama) dan yang kedua adalah pengeplotan. Berikut ini adalah perhitungan volume pengukuran rangka polygon sedangkan untuk pengeplotan tergantung pada luas lahan maupun bangunan.

Volume polygon = total jarak pengukuran baik dari
TBM ke titik maupun TBM ke
BM.....(2.1)

Setelah diketahui hasil pengukuran, maka dapat dihitung luas lahan dan bangunan sekaligus kelilingnya. Untuk pengukuran lahan, didapatkan panjang lahan sebesar 60 meter dan lebar lahan sebesar 35 meter. Sedangkan untuk pengukuran bangunan, didapatkan panjang bangunan sebesar 43,8 meter dan lebar sebesar 12,5 meter. Berikut ini adalah perhitungan luas yang

nantinya perhitungan luas lahan dan bangunan digunakan untuk menghitung durasi pengeplotan.

- Lahan

Luas = panjang lahan x lebar lahan(2.2)

- Bangunan

Luas = panjang bangunan x lebar bangunan
.....(2.3)

2.2.1.2 Kebutuhan sumber daya

- Tenaga kerja

Grup kerja yang digunakan untuk pekerjaan pengukuran ini adalah 1 grup kerja yang terdiri dari:

- Surveyor (1 orang)

- Asisten Surveyor (2 orang)

- Tukang pasang patok (2 orang)

- Tukang gambar (1 orang)

- Alat

- 1 buah theodolit

2.2.1.3 Kapasitas Produksi

- Pengukuran Polygon

Kapasitas produksi pada pengukuran polygon ini sebesar 1,5 km/regu/hari tercantum pada tabel 2.1 dengan jenis pekerjaan pengukuran rangka

- Pengeplotan Lahan

Kapasitas produksi pada pengeplotan lahan ini sebesar 20 ha/regu/hari tercantum pada tabel 2.1 dengan jenis pekerjaan penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi

- Pengeplotan Bangunan

Kapasitas produksi pada pengeplotan bangunan ini sebesar 20 ha/regu/hari tercantum pada tabel 2.1 dengan jenis pekerjaan penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi

Tabel 2. 1Jam Kerja Buruh untuk Pengukuran

Jenis Pekerjaan	Hasil Pekerjaan
- Pengukuran rangka (polygon utama)	1,5 km/regu/hari
Penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi, dengan skala 1 : 2000 - dilapangan	20 ha/regu/hari

Sumber: Ir. Soedrajat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan*, Nova, Bandung, halaman 145

2.2.1.4 Durasi Pekerjaan

- Durasi pengukuran polygon

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume polygon}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots\dots(2.4)$$

- Durasipengeplotan lahan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luaslahan}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots\dots(2.5)$$

- Durasipengeplotan bangunan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{luasbangunan}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Total durasi = durasipengukuran polygon + durasi pengeplotan lahan +durasi pengeplotan bangunan \dots\dots\dots(2.7)

2.2.1.5 Biaya

- Upah

$$\text{Surveyor} = \text{Jumlah surveyor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{As. Surveyor} = \text{Jumlah asisten surveyor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Tk. Pasang patok} = \text{Jumlah tukang pasang patok} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Tk. Gambar} = \text{Jumlah tukang gambar} \times$$

$$\text{durasi} \times \text{harga upah} \dots \dots \dots (2.11)$$

- Alat

Theodolit

$$= \text{jumlah alat theodolit} \times \text{durasi} \\ \times \text{harga sewa alat} \dots \dots \dots (2.12)$$

2.2.2 Pekerjaan Pemagaran

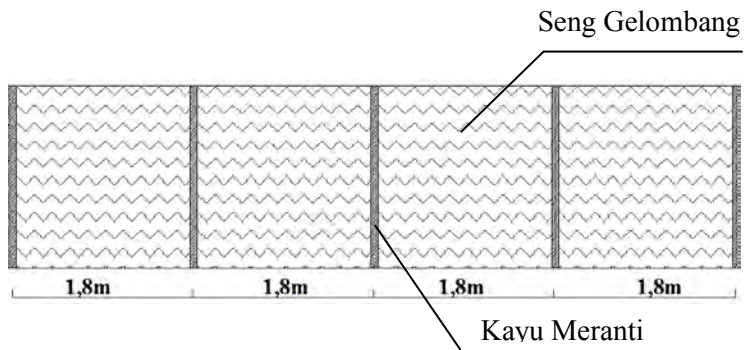


Gambar 2. 3Peta situasi lahan dan bangunan

Pemagaran pada proyek bertujuan untuk memberi batas antara lokasi proyek dengan area luar proyek. Pemagaran dibuat seluas area lahan (mengitari lahan). Pagar ini direncanakan menggunakan seng gelombang dan kayu meranti. Ukuran seng gelombang yang akan digunakan yaitu 80 cm x 180 cm. Dengan ukuran seng tersebut, maka direncanakan jarak antar tiang yaitu 1,8m. Untuk tinggi pagar direncanakan 1,8 m yang juga merupakan panjang tiang. Dan untuk mendapatkan banyaknya tiang dilakukan dengan cara membagi keliling lahan yang telah didapat dari perhitungan uitzet dengan jarak antar tiang.



Gambar 2. 4 Rencana Pemagaran



Gambar 2. 5 Penampang seng gelombang dan kayu meranti untuk pemagaran

Gambar di atas merupakan gambar panampang dari seng gelombang dan kayu meranti yang akan dipasang untuk pemagaran. Seng-seng dan kayu-kayu itu nanti dipasang mengitari (mengelilingi) lahan.

2.2.2.1 Volume

Perhitungan volume pekerjaan pemagaran terdiri dari volume tiang dari kayu dan volume seng. Volume

kayu yang dihitung antara lain tiang kayu vertikal dan horizontal.

- Volume tiang vertikal
 $\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah tiang}$
(2.13)
- Volume tiang horizontal
 $\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{panjang} \times \text{jumlah tiang}$
(2.14)
- Volume seng
 $\text{Volume} = \text{keliling lahan} \times \text{tinggi}$ (2.15)

2.2.2.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Kayu meranti kaso 5/7
 - Seng gelombang uk. 0,8 x 1,5
- Tenaga kerja
 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang kayu

2.2.2.3 Kapasitas Produksi

- Pemasangan Tiang Vertikal
 Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan tiang sebatang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 20 jam / $2,36 \text{ m}^3$
- Pemasangan Tiang Horizontal
 Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 33,5 jam / $2,36 \text{ m}^3$
- Pemasangan Seng
 Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan

sambungan yang tercantum pada tabel 2.3 kolom jam kerja/10m² yaitu sebesar 2,59 jam / 10 m²

Tabel 2. 2Jam Kerja Setiap 2,36 m³ Konstruksi Ringan

No	Jenis Pekerjaan	Jam Kerja / 2,36 m ³		
		Persiapan	Mendirikan	Jumlah
1	Ambang			
	Sebatang kayu	12 - 18	8 – 12	20 - 30
	Beberapa batang kayu	15 - 25	8 -12	25 - 35
2	Tiang			
	Sebatang kayu	8 -12	8 -12	16 - 24
3	Pendukung mendatar			
	Sebatang kayu	12 - 18	10 – 15	24 - 35
	Beberapa batang kayu	15 - 25	10 – 15	27 - 40
4	Balok pendukung lantai			
	5x15, 5x20, 5x25, 5x30	12 - 18 / 10 -15	9 - 15 / 8 – 12	22 - 23 / 18 - 27
5	Balok kerangka langit-langit			
	5x10, 5x15, 5x20	15 - 20	10 – 16	25 - 35
6	Penguat balok - balok pendukung lantai			
	Setiap 1000 batang	10 - 15	10 – 15	20 - 30
	Setiap 2,36 m ³	30 - 40	30 – 40	60 -80
7	Kerangka tegak dinding			
	5x10, 5x15	12 - 25	8 – 12	18 - 37
	Kerangka dinding dengan pemisah			
	5x7, 5,5x10, 5x15	12 - 25	8 – 15	20 - 40
8	Kayu penutup kerangka tegak	-	-	20 - 40
9	Setiap 2,5x10; 2,5x12,5	-	-	30 -50

10	Balok atas kuda-kuda pendukung atap	10 - 20	10 -15	20 - 35
	Bagian pendukung bubungan dan lembah	20 - 30	12 – 20	30 - 45
11	Kuda-kuda ukuran kecil	25 - 30	15 – 20	40 -50

Sumber: Ir. Soedrajat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Nova, Bandung, halaman 178

Tabel 2. 3 Jam Kerja yang Diperlukan untuk Pemasangan Papan Kasar

Jenis Pekerjaan		Jam kerja/10 m ²	Jam kerja/2,36 m ³
Lantai kasar	Tidak dengan sambungan, dipasang tegak lurus pendukung	1,72 - 3,13	14 - 25
	Miring terhadap pendukung	2,27 - 3,78	17 - 29
	Dengan sambungan tegak lurus pendukung	2,05 - 3,56	16 - 27
	Miring terhadap pendukung	2,59 - 4,32	19 - 31
Atap	Tidak dengan sambungan, rata	2,16 - 3,24	17 - 25
	Ujung kuda - kuda dan jendela atap	2,92 - 4,32	22 - 32
	Dengan sambungan rata	2,48 - 3,78	19 - 28
	Ujung kuda - kuda dan jendela atap	3,24 - 4,86	24 - 35
Lapisan dinding	Tidak dengan sambungan tegak lurus pendukung	1,94 - 3,24	16 - 26
	Miring terhadap pendukung	2,48 - 4	19 - 30
	Dengan sambungan tegak lurus pendukung	2,16 - 3,78	17 - 29
	Miring terhadap pendukung	2,70 - 4,43	20 - 32

Papan dinding	1,62 - 3,02	14 - 26
---------------	-------------	---------

Sumber: Ir. Soedrajat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Nova, Bandung, halaman 179

2.2.2.4 Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pada pekerjaan pemagaran yaitu durasi pemasangan. Dimana durasi pemasangan itu terdiri dari persiapan dan mendirikan.

- Durasi pemasangan tiang vertikal

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. vertikal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.16)$$

- Durasi pemasangan tiang horizontal

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. horizontal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.17)$$

- Durasi pemasangan seng

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume seng}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.18)$$

2.2.2.5 Biaya

- Bahan

$$\begin{aligned} \text{Kayu meranti} &= \text{Jumlah kayu meranti} \times \text{harga} \\ &\text{material} \dots\dots\dots (2.19) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Seng} &= \text{Jumlah seng} \times \text{harga material} \\ &\dots\dots\dots (2.20) \end{aligned}$$

- Upah

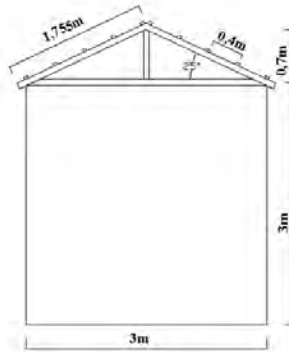
$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Jumlah mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga} \\ &\text{upah} \dots\dots\dots (2.21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= \text{Jumlah tukang kayu} \times \text{durasi} \times \\ &\text{harga upah} \dots\dots\dots (2.22) \end{aligned}$$

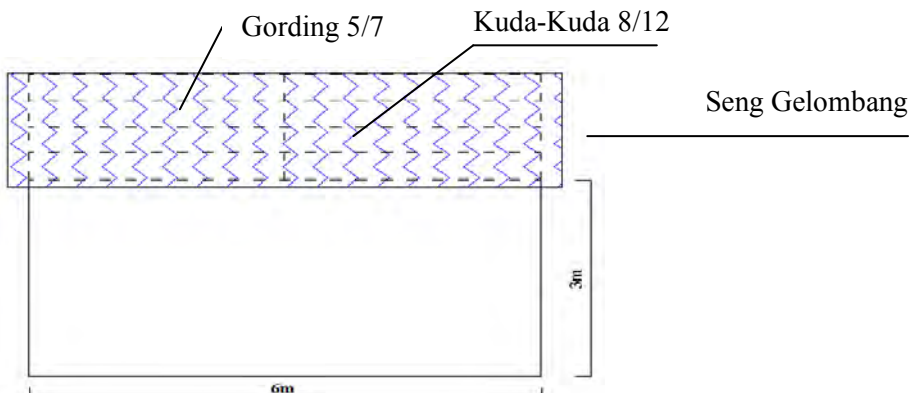
2.2.3 Pekerjaan Direksi Keet

Untuk pembuatan direksi keet ini direncanakan dengan luas 6m x 3m dan tinggi 3m. Direksi keet dibangun dengan beberapa komponen, yaitu tiang vertikal dan tiang horizontal (yang berfungsi untuk menyangga dinding), dinding (yang terbuat dari lapis triplek /

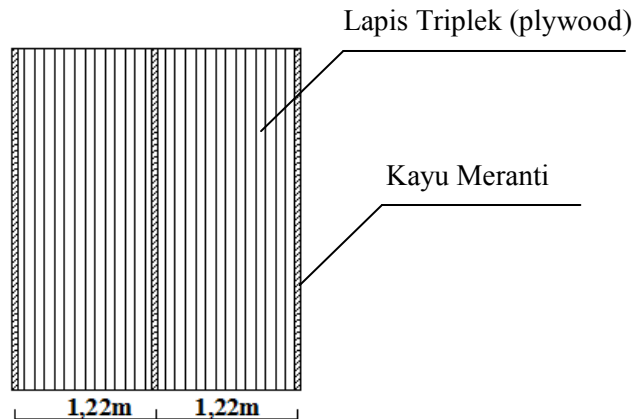
plywood), dan atap. Karena penutup atap akan menggunakan seng gelombang, maka sudut kemiringan atap sebesar 25° . Jarak maksimum antar gording untuk seng gelombang yaitu 120cm, pada perencanaan direksi keet ini akan digunakan jarak antar gording 40cm. Ukuran seng gelombang yang akan digunakan yaitu 0,8m x 1,8m. Dan ukuran plywood yang akan digunakan yaitu 1,22m x 2,44m. Karena panjang plywood sebesar 2,44m, maka jarak antar tiang yaitu 1,22m. Dan untuk mendapatkan banyaknya tiang dilakukan dengan cara membagi keliling direksi keet yang telah direncanakan dengan jarak antar tiang



Gambar 2. 6 Direksi keet tampak depan



Gambar 2. 7 Direksi keet tampak samping



Gambar 2. 8 Penampang plywood dan kayu meranti untuk dinding direksi keet

2.2.3.1 Volume

Perhitungan volume pada pekerjaan direksi keet akan menghitung volume bahan yang dibutuhkan untuk membuat direksi keet tersebut. Perhitungan bahannya meliputi tiang vertikal, tiang horizontal, lapis triplek (plywood), kuda – kuda, gording dan penutup atap seng.

- Volume tiang vertikal

$$\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah tiang} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

- Volume tiang horizontal

$$\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{panjang} \times \text{jumlah tiang} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

- Volume lapis triplek (plywood)

$$\text{Volume} = \text{keliling direksi keet} \times \text{tinggi} \dots\dots\dots(2.23)$$

- Volume kuda- kuda

$$\text{Volume} = 2 \times \text{bentang kuda- kuda} \times \text{dimensi kayu} \times \text{jumlah} \dots\dots\dots(2.24)$$

- Volume gording

$$\text{Volume} = \text{bentang gording} \times \text{dimensi kayu} \times \text{jumlah} \dots \dots \dots (2.25)$$

- Volume penutup atap seng

$$\text{Volume} = 2 \times \text{luas atap} \dots \dots \dots (2.26)$$

2.2.3.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Kayu meranti kaso 5/7
 - Kayu meranti 8/12
 - Seng gelombang uk. 0,8 x 1,5
 - Lapis triplek 0,4cm
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang kayu

2.2.3.3 Kapasitas Produksi

- Pemasangan tiang vertical
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan tiang sebatang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 20 jam / 2,36 m³
- Pemasangan tiang horizontal
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 33,5 jam / 2,36 m³
- Pemasangan lapis triplek
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan papan dinding yang tercantum pada tabel 2.3 kolom jam kerja/10m² yaitu sebesar 2,32 jam / 10 m²
- Pemasangan kuda-kuda
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan kuda – kuda ukuran kecil yang

tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 45 jam / 2,36 m³

- Pemasangan gording
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan balok atas kuda – kuda pendukung atap yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 27,5 jam / 2,36 m³
- Pemasangan seng
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan atap tidak dengan sambungan, rata yang tercantum pada tabel 2.3 kolom jam kerja/10m² yaitu sebesar 2,7 jam / 10 m²

2.2.3.4 Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pada pekerjaan direksi keet yaitu durasi pemasangan. Dimana durasi pemasangan itu terdiri dari persiapan dan mendirikan. Berikut ini adalah perhitungan durasinya:

- Durasi pemasangan tiang vertikal
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. vertikal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.27)$$

- Durasi pemasangan tiang horizontal
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. horizontal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.28)$$

- Durasi pemasangan plywood
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume plywood}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.29)$$

- Durasi pemasangan kuda-kuda
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume kuda-kuda}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.30)$$

- Durasi pemasangan gording
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume gording}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.31)$$

- Durasi pemasangan seng
$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume seng}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots (2.32)$$

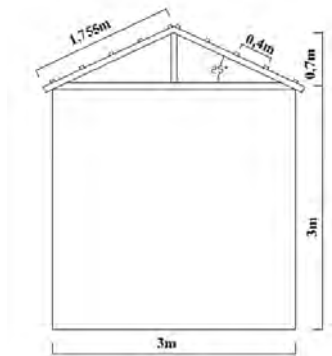
2.2.3.5 Biaya

- Bahan
 - Kayu meranti = Jumlah kayu meranti x harga material(2.19)
 - Seng = Jumlah seng x harga material(2.20)
 - Triplek = jumlah triplek x harga material(2.33)
- Upah
 - Mandor = Jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
 - Tukang kayu = Jumlah tukang kayu x durasi x harga upah(2.22)

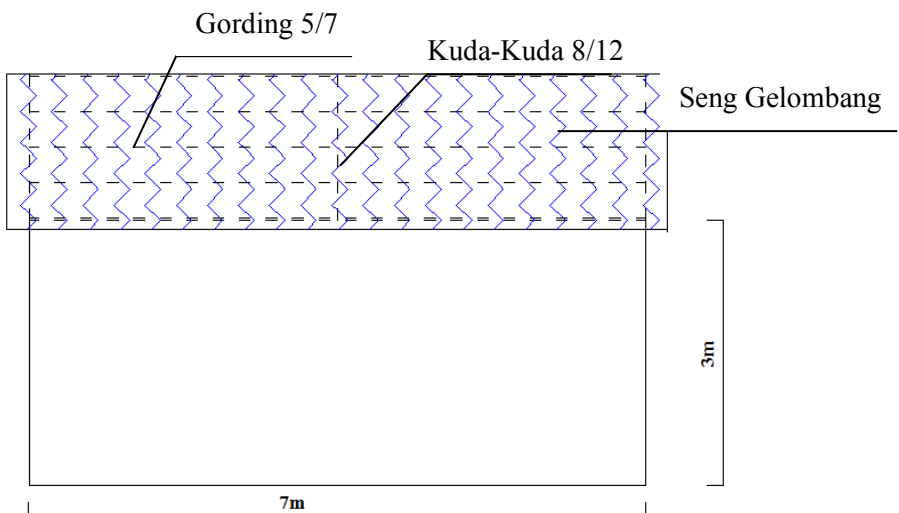
2.2.4 Pekerjaan Gudang Material

Pembuatan gudang material ini sama seperti pembuatan direksi keet tetapi yang membedakan adalah ukuran panjang dari gudang material ini sendiri. Sehingga kebutuhan plywood, tiang vertikal, tiang horizontal, gording dan seng pun juga berbeda menyesuaikan ukuran gudang material yang telah direncanakan.

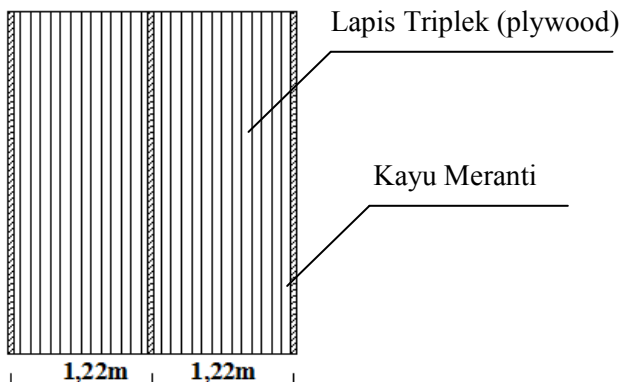
Direncanakan gudang material dengan luas 7m x 3m dan tinggi 3m. Karena penutup atap juga akan menggunakan seng gelombang, maka sudut kemiringan atap sebesar 25°. Jarak maksimum antar gording untuk seng gelombang yaitu 120cm, pada perencanaan direksi keet ini akan digunakan jarak antar gording 40cm. Ukuran seng gelombang yang akan digunakan yaitu 0,8m x 1,8m. Dan ukuran plywood yaitu 1,22m x 2,44m. Karena panjang plywood sebesar 2,44m, maka jarak antar tiang yaitu 1,22m. Dan untuk mendapatkan banyaknya tiang dilakukan dengan cara membagi keliling gudang material yang telah direncanakan dengan jarak antar tiang



Gambar 2. 9 Gudang material tampak depan



Gambar 2. 10 Gudang material tampak samping



Gambar 2. 11 Penampang plywood dan kayu meranti untuk dinding direksi keet

2.2.4.1 Volume

Perhitungan volume pada pekerjaan gudang material pada dasarnya sama dengan perhitungan volume pada direksi keet, hanya panjangnya saja yang membedakannya. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Volume tiang vertikal

$$\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah tiang} \dots\dots\dots(2.13)$$
- Volume tiang horizontal

$$\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{panjang} \times \text{jumlah tiang} \dots\dots\dots(2.14)$$
- Volume lapis triplek (plywood)

$$\text{Volume} = \text{keliling direksi keet} \times \text{tinggi} \dots\dots\dots(2.23)$$
- Volume kuda- kuda

$$\text{Volume} = 2 \times \text{bentang kuda- kuda} \times \text{dimensi kayu} \times \text{jumlah} \dots\dots\dots(2.24)$$
- Volume gording

$$\text{Volume} = \text{bentang gording} \times \text{dimensi kayu} \times \text{jumlah} \dots\dots\dots(2.25)$$
- Volume penutup atap seng

$$\text{Volume} = 2 \times \text{luas atap} \dots\dots\dots (2.26)$$

2.2.4.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Kayu meranti kaso 5/7
 - Kayu meranti 8/12
 - Seng gelombang uk. 0,8 x 1,5
 - Lapis triplek 0,4 cm
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang kayu

2.2.4.3 Kapasitas Produksi

- Pemasangan tiang vertical
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan tiang sebatang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 20 jam / 2,36 m³
- Pemasangan tiang horizontal
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 33,5 jam / 2,36 m³
- Pemasangan lapis triplek
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan papan dinding yang tercantum pada tabel 2.3 kolom jam kerja/10m² yaitu sebesar 2,32 jam / 10 m²
- Pemasangan kuda-kuda
Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan kuda – kuda ukuran kecil yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 45 jam / 2,36 m³
- Pemasangan gording

Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan balok atas kuda – kuda pendukung atap yang tercantum pada tabel 2.2 kolom jumlah yaitu sebesar 27,5 jam / 2,36 m³

- Pemasangan seng

Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan atap tidak dengan sambungan, rata yang tercantum pada tabel 2.3 kolom jam kerja/10m² yaitu sebesar 2,7 jam / 10 m²

2.2.4.4 Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pada pekerjaan gudang material yaitu durasi pemasangan. Dimana durasi pemasangan itu terdiri dari persiapan dan mendirikan.

- Durasi pemasangan tiang vertikal

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. vertikal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.27)$$

- Durasi pemasangan tiang horizontal

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume t. horizontal}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.28)$$

- Durasi pemasangan plywood

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume plywood}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.29)$$

- Durasi pemasangan kuda-kuda

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume kuda-kuda}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.30)$$

- Durasi pemasangan gording

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume gording}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.31)$$

- Durasi pemasangan seng

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume seng}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \dots\dots(2.32)$$

2.2.4.5 Biaya

- Bahan

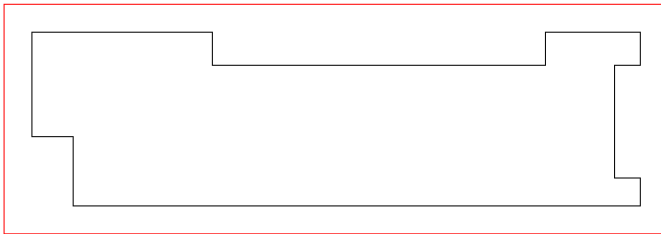
$$\text{Kayu meranti} = \text{Jumlah kayu meranti} \times \text{harga material} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\text{Seng} = \text{Jumlah seng} \times \text{harga material}$$

$$\begin{aligned}
 & \dots\dots\dots(2.20) \\
 \text{Triplek} &= \text{jumlah triplek} \times \text{harga material} \\
 & \dots\dots\dots(2.33) \\
 - \text{ Upah} & \\
 \text{Mandor} &= \text{Jumlah mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga} \\
 & \text{upah} \dots\dots\dots(2.21) \\
 \text{Tukang kayu} &= \text{Jumlah tukang kayu} \times \text{durasi} \times \\
 & \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.22)
 \end{aligned}$$

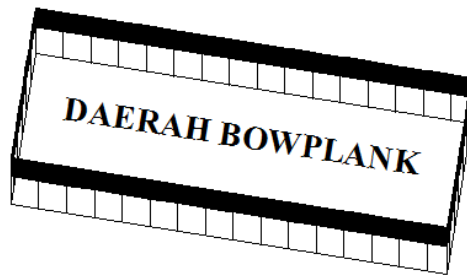
2.2.5 Pekerjaan Bowplank

Pekerjaan bowplank adalah pekerjaan dimana memberikan patok sementara. Bowplank terbuat dari papan yang bagian atasnya dipakukan pada patok kayu berukuran 5/7 cm yang tertanam dalam tanah cukup kuat.



Gambar 2. 12 Denah bangunan dan bowplank

Garis yang berwarna merah tersebut adalah letak bowplank. Patok – patok sementara akan diletakkan 2m dari lokasi bangunan. Sisi atas bowplank harus terletak pada satu bidang horizontal dengan papan bowplank lainnya. Letak kedudukan bowplank harus seragam (menghadap ke arah bangunan semua). Setiap titik pengukuran ditandai dengan paku. Setelah diberikan patok, kemudian dibentangkan benang – benang di atasnya.



Gambar 2. 13 Daerah bowplank dan patok

2.2.5.1 Volume

- Volume tiang vertikal

$$\text{Volume} = \text{dimensi tiang} \times \text{panjang tiang} \times \text{jumlah} \dots \dots \dots (2.13)$$
- Volume papan

$$\text{Volume} = \text{keliling lahan} \times \text{dimensi papan} \dots (2.33)$$

2.2.5.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Kayu meranti (papan 2/20)
 - Kayu meranti (usuk 5/7)
- Tenaga kerja
 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 1 tukang kayu

2.2.5.3 Kapasitas Produksi

- Pemasangan tiang vertical
 Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan tiang sebatang kayu kolom jumlah yang tercantum pada tabel 2.2 yaitu sebesar 20 jam / $2,36 \text{ m}^3$
- Pemasangan papan
 Kapasitas produksi dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan papan dinding yang tercantum pada

tabel 2.3 kolom jam kerja/2,36m³ yaitu sebesar 20 jam / 2,36 m³

2.2.5.4 Durasi Pekerjaan

- Durasi pemasangan tiang vertikal

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume tiang vertikal}}{2,36\text{m}^3} \times \text{kap. produksi} \dots\dots\dots(2.34)$$

- Durasi pemasangan papan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume papan}}{2,36\text{m}^3} \times \text{kap. produksi} \dots\dots(2.35)$$

2.2.5.5 Biaya

- Bahan

$$\text{Kayu meranti} = \text{jumlah kayu meranti} \times \text{harga material} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\text{Papan} = \text{jumlah papan} \times \text{harga material} \dots\dots\dots(2.36)$$

- Upah

$$\text{Mandor} = \text{jumlah mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.21)$$

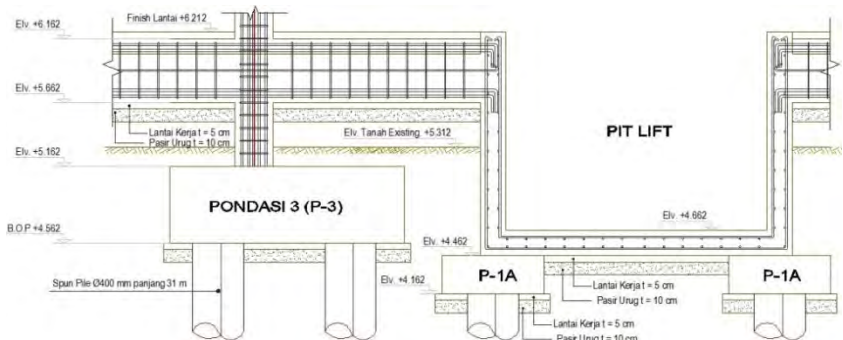
$$\text{Tukang kayu} = \text{jumlah tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \dots\dots\dots(2.22)$$

2.2.6 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan ini menggunakan material pasir urug. Ada 2 macam urugan yang dikerjakan dalam proyek ini, yaitu urugan lahan dan urugan di bawah lantai kerja. Urugan lahan menggunakan alat berat sedangkan urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja.

Urugan di bawah lantai kerja meliputi urugan pile cap, pit lift, tie beam, dan plat lantai dasar dengan lebar urugan yang nantinya akan ditambah dengan lebar batu bata yang digunakan sebagai bekisting pekerjaan struktur bawah. Berikut ini adalah gambar detail urugan dan lantai

kerja untuk struktur bawah, dimana tinggi urugan di bawah lantai kerja adalah setinggi 100 mm untuk semua elemen strukturnya.



Gambar 2. 14 Detail urugan dan lantai kerja

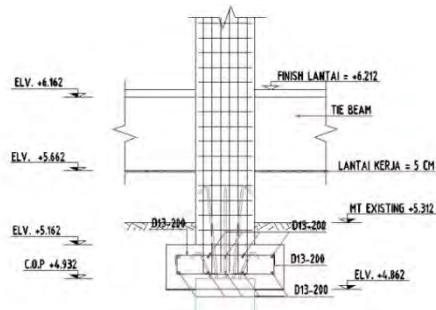
2.2.6.1 Volume

- Urugan Lahan

Pekerjaan urugan yang pertama kali dikerjakan adalah urugan lahan. Urugan lahan ini adalah setinggi 0,85 meter (elevasi tanah existing +5,312 meter sampai elevasi +6,162 meter). Gambar detail tinggi pekerjaan urugan lahan tertera pada gambar 2.15 sedangkan faktor kondisi tanah tertera pada tabel 2.9

Volume = luas lahan x tinggi urugan.....(2.37)

Volume pasir urug = volume ÷ kondisi tanah
.....(2.38)

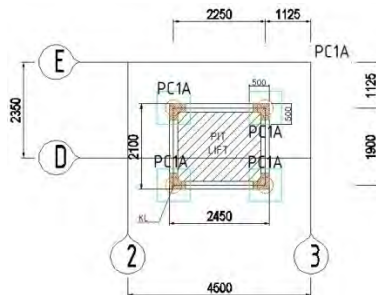


Gambar 2. 15 Detail tinggi pekerjaan urugan lahan

- Urugan Pit Lift

Luasan urugan pada pit lift tidak sepenuhnya seluas pit lift itu sendiri karena dikurangi luasan pile cap yang menumpu pit lift tersebut lalu ditambah lebar batu bata yang nantinya digunakan sebagai bekisting. Gambar detail luasan pit lift tertera pada gambar 2.16.

- Luas kotor = (panjang pit lift + lebar batu bata) x (lebar pit lift + lebar batu bata).....(2.39)
- Luas reduksi = (panjang sisi reduksi + lebar batu bata)² x jumlah.....(2.40)
- Luas bersih = luas kotor – luas reduksi(2.41)
- Volume = luas bersih x tinggi urugan(2.42)



Gambar 2. 16 Luasan Pit Lift dan PC-1A

- Urugan Pile Cap

Luasan urugan pada pile cap seperti menghitung luasan biasa yaitu panjang dikali lebar namun panjang dan lebarnya ditambah dengan lebar batu bata yang nantinya digunakan sebagai bekisting. Karena bentuk pile cap yang beragam, maka perhitungan volume urugan pile cap kali ini dibagi menurut bentuknya. Gambar detail urugannya tertera pada gambar 2.14.

$$\text{- Volume persegi} = (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \dots \dots (2.43)$$

$$\text{- Volume p. panjang} = (\text{panjang} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi} \dots \dots (2.44)$$

$$\text{- Volume segi enam} = \text{luas area} \times \text{tinggi} \dots \dots (2.45)$$

- Urugan Tie Beam

Luasan urugan pada tie beam seperti menghitung luasan biasa yaitu panjang dikali lebar namun panjang dan lebarnya ditambah dengan lebar batu bata yang nantinya digunakan sebagai bekisting. Gambar detail urugannya tertera pada gambar 2.14.

$$\text{Volume} = (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi urugan} \times \text{panjang} \dots \dots (2.46)$$

- Urugan Plat Lantai 1

Luasan urugan pada plat seperti menghitung luasan biasa yaitu panjang dikali lebar tanpa perlu ditambahkan dengan lebar batu bata. Gambar detail urugannya tertera pada gambar 2.14.

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi urugan} \dots \dots (2.47)$$

2.2.6.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Pasir urug
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 operator vibration roller (urugan lahan)
 - 1 buruh urug (urugan di bawah lantai kerja)
- Bahan
 - 1 vibration roller (urugan lahan)
 - 1 sekop (urugan di bawah lantai kerja)

2.2.6.3 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pada pekerjaan urugan juga terbagi menjadi dua, tergantung dari metode apa yang digunakan untuk memadatkan. Bila menggunakan tenaga manual (tenaga pekerja) dengan bantuan tangan atau alat sekop maka kapasitas produksinya menggunakan tabel 2.4, sedangkan bila menggunakan alat berat yaitu vibration roller maka kapasitas produksinya menggunakan rumus 2.47.

- Memadatkan secara manual
 Pekerjaan urugan pada bawah lantai kerja pile cap, pit lift, dan tie beam tidak hanya menimbun saja namun juga memadatkan dengan bantuan alat sekop. Kapasitas produksinya juga tergantung pada jenis tanah tempat dimana akan dilaksanakan galian. Berikut ini adalah tabel kapasitas produksinya:

Tabel 2. 4 Kecepatan produksi pekerjaan timbunan dengan tangan atau alat sekop

Jenis Tanah	Menimbun Saja		Menimbun dan Memadatkan	
	m ³ /jam	jam/m ³	m ³ /jam	jam/m ³
Tanah lepas	1,15 - 2,25	0,46 - 0,86	0,6 - 1,67	0,55 - 1,65

Tanah sedang / biasa	1,0 - 1,75	0,53 - 0,99	0,59 - 1,35	0,7 - 1,9
Tanah liat	0,75 - 1,5	0,38 - 1,32	0,45 - 1,15	0,85 - 2,15

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 37.

- Kapasitas produksi pemadatan tanah dengan vibration roller

Kapasitas produksi dengan rumus dibawah ini digunakan untuk mencari hasil produksi per jam. Hasil produksi per jam tersebut nantinya akan digunakan sebagai pembagi volume urugan agar didapatkan durasi urugan.

$$Q = \frac{W \times V \times H \times Ek}{N} \dots\dots\dots(2.48)$$

Keterangan:

Q = produksi per jam (m³/jam)

V = kecepatan operasi (m/jam)

W = lebar pemadatan efektif tiap pass (m)

H = tebal pemadatan untuk satu lapis (m)

Ek = efisiensi kerja (Ek)

N = jumlah pemadatan (jumlah pass oleh vibration roller)

Dalam rumus tersebut terdapat faktor efisiensi kerja (Ek) yang nilainya tergantung kepada kondisi di lapangan, seperti faktor pemeliharaan alat, operator, dan kondisi cuaca. Berikut ini adalah tabel-tabel kondisi di lapangan tentang efisiensi kerja:

1. Faktor kondisi alat

Tabel 2. 5 Faktor kondisi peralatan

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk Sekali	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

Sumber: Ir. Rochmanhadi (1983). *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Semarang. Halaman 7.

2. Faktor operator dan mekanik

Tabel 2. 6 Faktor operator dan mekanik

Kualifikasi	Identitas	Nilai
Terampil	a. Pendidikan STM/Sederajat	0.80
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c. Pengalaman > 6000 jam	
Cukup	a. Pendidikan STM/Sederajat	0.70
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (II) dan atau	
	c. Pengalaman 4000 – 6000 jam	
Sedang	a. Pendidikan STM/Sederajat	0.65
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (I) dan atau	
	c. Pengalaman 2000 – 4000 jam	
Kurang	a. Pendidikan STM/Sederajat	0.50
	b. Sertifikasi dan atau	

	c. Pengalaman < 3000 jam	
--	--------------------------	--

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 37.

3. Faktor cuaca

Tabel 2. 7 Faktor cuaca

Kondisi Cuaca	Faktor	
	Menit/jam	%
Terang, segar	55/60	0.90
Terang, panas, berdebu	50/60	0.83
Mendung	45/60	0.75
Gelap	40/60	0.66

Sumber: PT Pembangunan Perumahan (Persero) (2003). *Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil*. Jakarta. Halaman 542.

Jumlah pass untuk pemadatan juga tergantung pada jenis alat yang dipakai, berikut ini adalah tabel yang menjelaskannya:

Tabel 2. 8 Jumlah pass untuk pemadatan

Jenis Peralatan	Jumlah Pass
Mesin gilas roda ban	3 – 5
Mesin gilas roda besi	4 – 8
Mesin gilas - getar	4 – 8
Kompaktor tanah	4,0 - 10

Sumber: Ir. Rochmanhadi (1983). *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Semarang.. Halaman 50.

Selain itu, untuk mencari volume pasir urug setelah dipadatkan adalah dengan membagi volume urugan asli dengan faktor konversi urugan tanah. Berikut ini adalah tabel tersebut:

Tabel 2. 9Faktor konversi untuk urugan tanah

Jenis tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1.00	1.11	0.95
	(B)	0.90	1.00	0.86
	(C)	1.05	1.17	1.00
Tanah liat berpasir	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
Tanah Liat	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.59	1.00
Tanah campur kerikil	(A)	1.00	1.18	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.09	1.00
Kerikil	(A)	1.00	1.13	1.03
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
Kerikil Kasar	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
Pecahan cadas atau batuan lunak	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.59	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00

Pecahan granit atau batuan keras	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.30	1.00
Pecahan Batu	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
Batuan hasil peledakan	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.77	1.38	1.00

Sumber: Ir. Rochmanhadi, *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Semarang: PU. Halaman 6-7.

2.2.6.4 Durasi Pekerjaan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} \dots\dots\dots(2.49)$$

2.2.6.5 Biaya

- Bahan
 - Pasir urug = volume pasir urug x harga material(2.50)
- Upah
 - Mandor = Jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
 - Operator = Jumlah operator x durasi x harga upah.....(2.51)
 - Buruh urug = Jumlah buruh urug x durasi x harga upah.....(2.52)
- Sewa alat
 - Vibration roller= Jumlah vibration roller x durasi x harga sewa.....(2.53)

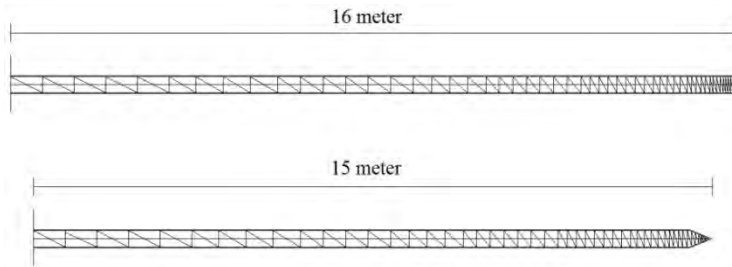
2.2.7 Pekerjaan Tiang Pancang

Pekerjaan pengadaan tiang pancang disesuaikan dengan spesifikasi yang digunakan pada proyek. Jumlah

tiang pancang didapat dari menghitung banyak tiang pancang pada tiap pile cap sehingga macam pile cap dan jumlahnya juga mempengaruhi.

Spesifikasi tiang pancang:

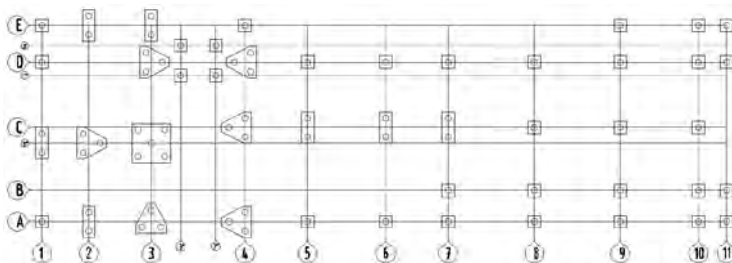
Diameter tiang pancang	: 40 cm
Panjang tiang pancang	: 31 m
Tiang pancang yang dipakai	: 16 m dan 15 m
Kebutuhan tiap titik	: 2 tiang



Gambar 2. 17 Tiang Pancang 16 m dan 15 m

Sumber:

Pada pekerjaan pemancangan ini dipakai alat berat yaitu crawler crane dan diesel hammer. Pertimbangan pemilihan alat tergantung oleh tinggi tiang dan hammer juga beratnya agar didapat alat yang memadai untuk proses pemancangan. Berikut ini adalah denah pemancangan:



Gambar 2. 18 Denah pemancangan

2.2.7.1 Volume

Perhitungan volume dibagi menjadi dua, yaitu volume bahan dan volume titik. Volume bahan adalah volume kebutuhan tiang pancang pada pekerjaan pemancangan, baik untuk tiang pancang setinggi 15 meter maupun 16 meter. Sedangkan volume titik adalah banyaknya titik yang akan diadakan pemancangan, dimana setiap titik tiang pancang terdiri dari 1 buah tiang pancang setinggi 15 meter dan 1 buah tiang pancang setinggi 16 meter.

- Volume bahan = banyak tiang pancang tiap pile cap x banyak pile cap yang sejenis.....(2.54)
- Volume titik = banyak titik tiang pancang tiap pile cap x banyak pile cap yang sejenis.....(2.55)

2.2.7.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Tiang pancang diameter 40 cm dengan tinggi 15 m
 - Tiang pancang diameter 40 cm dengan tinggi 16 m
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 3 buruh pancang
 - 1 operator crawler crane
- Alat
 - 1 crawler crane
 - 1 diesel hammer

2.2.7.3 Kapasitas Produksi

Rumus kapasitas produksi di bawah ini untuk mendapatkan produksi pemancangan per jam yang nantinya digunakan untuk mencari banyak titik yang

terpancang per harinya. Berikut ini adalah rumus kapasitas produksi pemancangan:

$$Q = q \times N \times E_k \dots \dots \dots (2.56)$$

Keterangan:

- q = jumlah titik tiap pemancangan
 N = jumlah siklus dalam 1 jam
 Ek = efisiensi kerja

Faktor efisiensi kerja yang telah dijelaskan pada bab 2.2.5.3 sebelumnya, dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- Faktor kondisi alat (Tabel 2.5)
 Kondisi = Baik
 Nilai = 0,75
- Faktor operator dan mekanik (Tabel 2.6)
 Kondisi = Terampil
 Nilai = 0,8
- Faktor cuaca (Tabel 2.7)
 Kondisi = Terang, panas, berdebu
 Nilai = 0,83

2.2.7.4 Durasi Pekerjaan

Karena terdapat 2 tiang pancang pada tiap titik maka perhitungan durasi pemancangan juga harus dihitung tiap tiang pancang, ditambahkan dengan waktu pengelasan yang digunakan untuk menyambungkan tiang pancang, juga waktu kalendering. Perhitungan durasinya yaitu:

- Pemancangan tiang pertama
 - Waktu persiapan
 Mendirikan tiang (t_a) = $\frac{\text{jarak pengambilan}}{\text{kecepatan angkat}} \dots (2.57)$
 Setel alat dan cek posisi (t_b) = 2 menit
 - Waktu pemancangan

- Pemancangan (t_c) = $\frac{\text{panjang tiang}}{\text{kecepatan blow x S}}$(2.58)
- Waktu pengelasan
 $\text{Pengelasan (}t_d\text{)} = \frac{\text{panjang las}}{\text{kecepatan las}}$(2.59)
 - Waktu total = $t_a + t_b + t_c + t_d$(2.60)
 - Pemancangan tiang kedua
 - Waktu persiapan
 $\text{Mendirikan tiang (}t_a\text{)} = \frac{\text{jarak pengambilan}}{\text{kecepatan angkat}}$(2.61)
 Setel alat dan cek posisi (t_b) = 2 menit
 - Waktu pemancangan
 $\text{Pemancangan (}t_c\text{)} = \frac{\text{panjang tiang}}{\text{kecepatan blow x S}}$(2.62)
 - Kalendering
 $\text{Pemasangan alat (}t_e\text{)} = 1 \text{ menit}$
 $\text{Waktu kalendering (}t_f\text{)} = \frac{\text{jumlah pukulan terakhir}}{\text{kecepatan blow}}$
(2.63)
 - Waktu total = $t_a + t_b + t_c + t_e + t_f$(2.64)
 - Waktu total pemancangan
 - Total 1 tiang = pemancangan tiang pertama + tiang kedua.....(2.65)
 - Waktu siklus = waktu total pemancangan x banyak titik.....(2.66)
 - Total akhir = waktu siklus + waktu pindah dan swing.....(2.67)
 - Rata-rata 1 titik = $\frac{\text{waktu total akhir}}{\text{jumlah titik}}$(2.68)
 - Siklus 1 jam (N) = $\frac{60 \text{ menit}}{\text{rata-rata pemancangan 1 titik}}$
(2.69)
 - Kapasitas produksi per jam
 $Q = q \times N \times E_k$(2.70)
 - Produksi per hari
 $Q = Q \text{ per jam} \times \text{jam kerja 1 hari}$(2.71)

$$\text{- Total waktu} = \frac{\text{jumlah titik}}{\text{produksi per hari}} \dots\dots\dots(2.72)$$

2.2.7.5 Biaya

- Bahan
Tiang pancang = volume tiang pancang x harga material(2.73)
- Upah
Mandor = jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
Operator = jumlah operator x durasi x harga upah.....(2.51)
Buruh pancang= jumlah buruh pancang x durasi x harga upah.....(2.74)
- Sewa alat
Crawler crane = jumlah crawler crane x durasi x harga sewa.....(2.75)
Diesel hammer= jumlah diesel hammer x durasi x harga sewa.....(2.76)

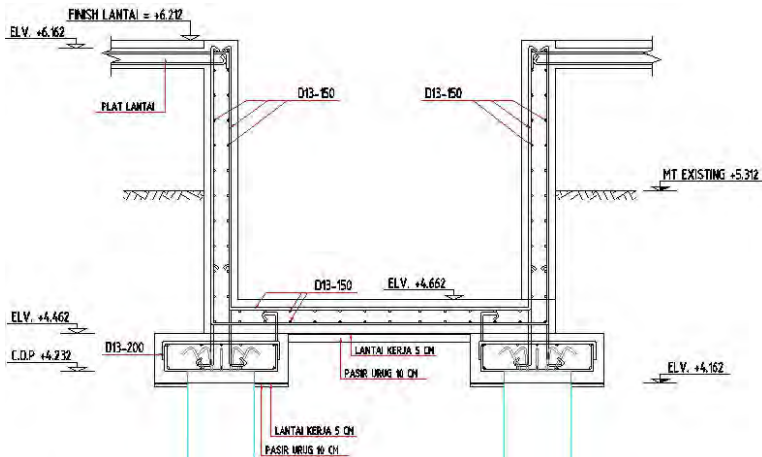
2.2.8 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dikerjakan setelah pekerjaan pemancangan selesai. Gunanya untuk melakukan pemotongan tiang pancang dan mengerjakan pekerjaan struktur di atasnya. Dengan dimensi galian yang relatif kecil, maka pekerjaan galian ini hanya menggunakan tenaga pekerja. Pekerjaan galian ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu galian pile cap, galian pit lift, galian tie beam, dan galian plat lantai dasar. Tanah hasil galian nantinya akan dibuang ke luar proyek dengan asumsi jarak 50 meter menggunakan kereta sorong dengan kapasitas 0,06 m³. Lebar dan panjang galian akan ditambahkan dengan lebar bekisting batu bata selebar 11 cm, tinggi galian juga akan ditambahkan dengan tinggi urugan dan lantai kerja setinggi 15 cm.

2.2.8.1 Volume

- Galian Pit Lift dan PC1-A

Galian pile cap yang menumpu lift mendapatkan perlakuan yang berbeda dikarenakan tinggi galian lebih dalam daripada galian pada pile cap yang lain. Berikut ini adalah detail elevasi galian pit lift:



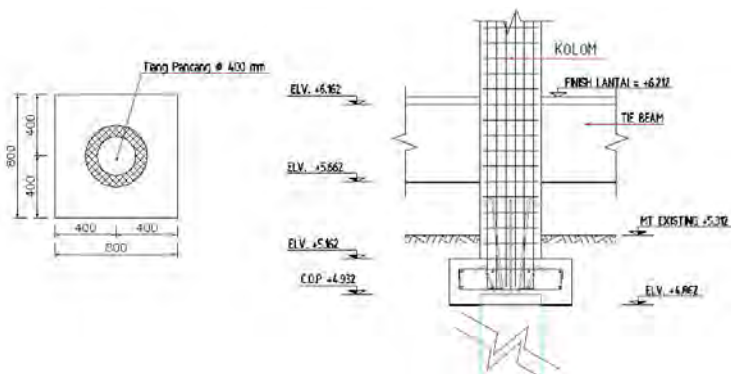
Gambar 2. 19 Detail elevasi pit lift

Sumber: Gambar struktur pit lift Gedung Workshop

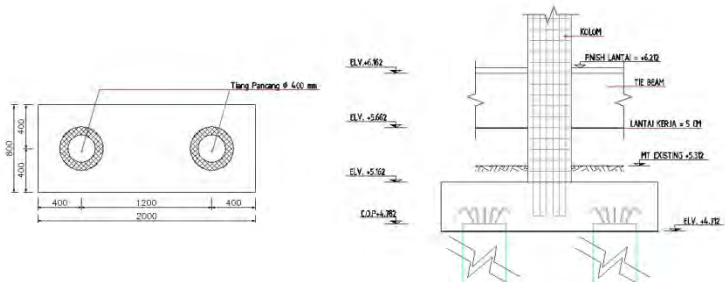
- Tinggi galian = (elevasi tanah existing – elevasi bawah PC1-A) + tinggi urugan dan lantai kerja(2.77)
- Volume galian = (panjang + (2 x lebar batu bata)) x (lebar + (2 x lebar batu bata)) x tinggi.....(2.78)
- Galian Pile Cap
Pada pekerjaan galian pile cap, tinggi galiannya bermacam-macam sesuai dengan jenis pile capnya. Tinggi pile cap diambil sejarak elevasi tanah existing

ke elevasi bawah pile cap. Tinggi galian tersebut nantinya akan ditambahkan dengan tinggi urugan dan lantai kerja. Detail elevasi pile cap menurut jenisnya tertera pada gambar 2.20, 2.21, 2.22, dan 2.23. Karena bentuk pile cap yang berbeda, maka perhitungan volume galian pile cap akan dibedakan menurut bentuknya. Berikut ini adalah perhitungannya:

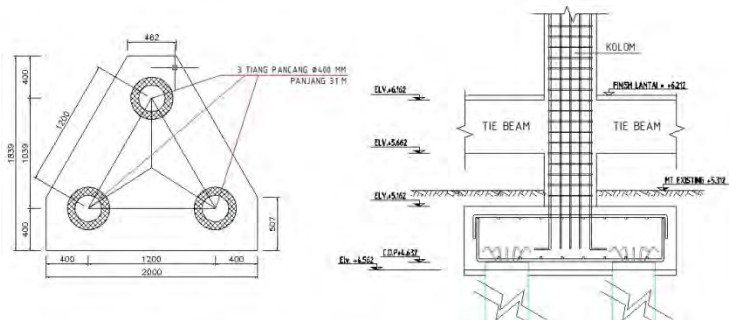
- Tinggi galian = tinggi galian + tinggi urugan dan lantai kerja.....(2.79)
- Volume persegi = $(\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \dots (2.80)$
- Volume p. panjang = $(\text{panjang} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi} \dots (2.81)$
- Volume segi enam = luas area x tinggi



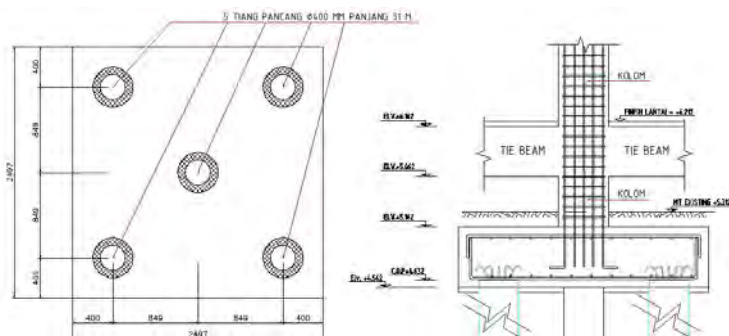
Gambar 2. 20 Detail elevasi galian PC1



Gambar 2. 21 Detail elevasi galian PC2



Gambar 2. 22 Detail elevasi galian PC3



Gambar 2. 23 Detail elevasi galian PC4

- Galian Tie Beam

Pada pekerjaan galian tie beam, tinggi galian juga bermacam-macam sesuai dengan jenisnya. Tinggi galian tie beam adalah sejarak elevasi +6,162 m sampai ke bawah elevasi tie beam yaitu setinggi tie beam itu sendiri dan ditambah dengan tinggi urugan dan lantai kerja. Untuk detail elevasi tersebut bisa melihat pada gambar 2.15 dan selebihnya tergantung pada dimensi tie beam.

- Tinggi galian = tinggi tie beam + tinggi urugan dan lantai kerja.....(2.82)
- Volume = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi galian x panjang(2.83)

- Galian Plat Lantai 1

Dikarenakan tinggi urugan lahan sebelumnya setinggi elevasi finish tie beam, maka pada pekerjaan galian plat, tinggi galian plat adalah setinggi tebal plat yaitu 12 cm dan ditambahkan dengan tinggi urugan dan lantai kerja yaitu 15 cm. Gambar detail elevasi galian plat tertera pada gambar 2.15.

- Tinggi galian = tebal plat + tinggi urugan dan lantai kerja.....(2.84)
- Volume = panjang x lebar x tinggi galian(2.85)

2.2.8.2 Kebutuhan sumber daya

- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 tukang gali
 - 1 buruh angkut
- Alat
 - Sekop
 - Kereta dorong

2.2.8.3 Kapasitas produksi

Pekerjaan galian tanah dilakukan dengan menggunakan sekop yang kemudian diangkut ke luar proyek dengan kereta dorong berkapasitas 0,06 m³ dan jarak angkut dimisalkan 50 meter.

Tabel 2. 10 Kapasitas kereta sorong 0,06 m³

Jenis Tanah	Menggali & Memuat (menit)	m ³ /jam/1 orang		
		Jarak Angkut		
		15 m	35 m	50 m
Pasir	1,5 - 3,0	0,85 - 1,35	0,65 - 0,95	0,55 - 0,75
Tanah biasa	2,0 - 4,0	0,65 - 1,15	0,55 - 0,85	0,45 - 0,65
Tanah liat	2,5 - 5,0	0,55 - 0,95	0,45 - 0,75	0,50 - 0,60
Tanah keras	3,0 - 6,0	0,45 - 0,85	0,40 - 0,65	0,35 - 0,55

Sumber: Ir. Soedrajat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan*, Nova, Bandung, halaman 43

2.2.8.4 Durasi Pekerjaan

Pekerjaan galian ini tidak hanya menggali saja namun juga membuang tanah hasil galian. Maka dari itu ada dua perhitungan durasi, yaitu durasi menggali dan memuat kemudian durasi mengangkut.

- Durasi menggali dan memuat

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah pembantu tukang} \dots\dots\dots (2.86)$$

- Durasi mengangkut

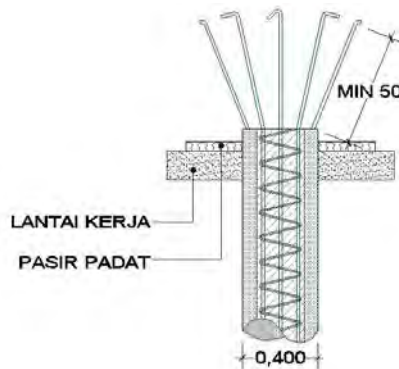
$$\text{Durasi} = \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh} \dots\dots\dots (2.87)$$

2.2.8.5 Biaya

- Upah
 - Mandor = jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
 - Tukang gali = jumlah tukang gali x durasi x harga upah.....(2.88)
 - Buruh angkut = jumlah buruh angkut x durasi x harga upah.....(2.89)

2.2.9 Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang

Pemotongan tiang pancang dikerjakan setelah pekerjaan galian pile cap selesai. Pemotongan dilakukan untuk mengerjakan pile cap selanjutnya, yaitu urugan dan lantai kerja. Dalam pekerjaan ini, pemotongan dikerjakan namun tetap menyisakan besi tiang pancang yang nantinya akan dikaitkan pada pembesian pile cap. Untuk detail pemotongan tiang pancang tertera pada gambar 2.24.



Gambar 2. 24 Detail pemotongan tiang pancang

Sumber: Gambar proyek

2.2.9.1 Volume

Sama dengan pekerjaan pemancangan, volume pemotongan tiang pancang adalah sebanyak titik

pemancangan. Perhitungan volume titik tertera pada rumus (2.55).

2.2.9.2 Kebutuhan sumber daya

Tenaga kerja

1 grup kerja terdiri dari:

- 1 mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
- 1 tukang potong

2.2.9.3 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pada pekerjaan pemotongan tiang pancang tergantung pada banyaknya tiang pancang yang akan dipotong. Dengan menggunakan sumber dari buku Referensi untuk Kontraktor PP, diketahui kapasitas produksi untuk pekerjaan pemotongan tiang pancang adalah sebesar 6 titik per hari dengan tenaga satu tukang besi.

2.2.9.4 Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pemotongan tiang pancang yaitu:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{jumlah titik}}{\text{kapasitas produksi}} \div \text{jumlah grup} \dots \dots (2.90)$$

2.2.9.5 Biaya

- Upah

Mandor	= jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
Tk. potong	= Jumlah tukang potong x durasi x harga upah(2.91)

2.2.10 Pekerjaan Lantai Kerja

Beton untuk lantai kerja tidak menggunakan beton ready mix melainkan mencampur beton sendiri dikarenakan volume beton yang relatif kecil dan mutu beton rendah. Tinggi lantai kerja adalah 5 cm. Gambar

detail pekerjaan lantai kerja terdapat pada gambar 2.14. Adapun pekerjaan lantai kerja meliputi pekerjaan lantai kerja pile cap, pit lift, tie beam, dan plat lantai dasar.

2.2.10.1 Volume

Pada dasarnya perhitungan volume beton untuk lantai kerja sama dengan perhitungan volume urugan manual yang dibahas pada bab 2.2.6.4, namun yang membedakan adalah tingginya. Bila pada pekerjaan urugan manual tingginya adalah 10 cm, pada pekerjaan lantai kerja tingginya adalah 5 cm.

Dikarenakan cara perhitungan volumenya sama, maka kali ini akan dibahas perhitungan volume campuran bahan pembuat beton untuk pekerjaan lantai kerja. Berikut ini adalah tabel-tabel kebutuhan bahan untuk pekerjaan lantai kerja:

Tabel 2. 11 Kerapatan relatip dan berat padat bahan

Bahan	Kerapatan Relatip	Berat Padat (kg) tiap m ³
Air	1	1000
Semen	3,15	3153,89
Pasir	2,65	2656,33
Kerikil / batu pecah	2,65	2656,33

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-17. Halaman 99.

Tabel 2. 12 Kekuatan-kekuatan beberapa campuran beton dengan slump 7,5 cm

Ukuran Max. Agregat (cm)	Tiap m ³ Beton			
	Semen (zak)	Air (liter)	Agregat (kg)	
			Pasir	Kerikil

Air = 30 liter tiap kantong semen				
Kekuatan tekan 28 hari = 200 kg/cm ²				
1,9	6,22	188,42	974,51	938,86
2,54	6,09	183,47	915,09	1063,64
3,8	5,76	173,55	837,84	1146,83
5,08	5,37	163,63	796,24	1241,89

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-16. Halaman 98.

- Kebutuhan semen

$$\text{Volume semen} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen} \dots\dots\dots (2.92)$$
- Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \dots\dots\dots (2.93)$$
- Kebutuhan kerikil

$$\text{Volume kerikil} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \dots\dots\dots (2.94)$$
- Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \dots\dots\dots (2.95)$$

2.2.10.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Semen
 - Pasir
 - Kerikil
 - Air
- Tenaga kerja
 1 grup kerja terdiri dari:
 - 1 mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 1 buruh cor

- Alat
 - Molen

2.2.10.3 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi untuk rantai kerja kali ini tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan, antara lain:

- Karena beton yang dipakai dihasilkan dari membuat beton sendiri dengan mesin pengaduk maka kapasitas produksi diambil dari jenis pekerjaan mencampur beton dengan mesin pengaduk dan diambil nilai tengahnya, sebesar 1,11 jam/m³
- Untuk kegiatan pemasangan beton, menggunakan kapasitas produksi untuk memasang beton struktural dan diambil nilai tengahnya, sebesar 3,275 jam/m³

Tabel 2. 13 Keperluan buruh untuk mencampur, menaruh di dalam cetakan

Jenis Pekerjaan	Jam kerja setiap m³ beton
Mencampur beton dengan tangan	1,31 - 2,62
Mencampur beton dengan mesin pengaduk	0,65 - 1,57
Mencampur beton dengan memanaskan air dan agregat	0,92 - 1,97
Memasang pondasi - pondasi	1,31 - 5,24
Memasang tiang - tiang dan dinding tipis	2,62 - 6,55
Memasang dinding tebal	1,31 - 5,24
Memasang lantai	1,31 - 5,24
Memasang tangga	3,93 - 7,86
Memasang beton struktural	1,31 - 5,24
Memasang beton struktural dengan cuaca	2,62 - 6,55

dingin (luar negeri)	
----------------------	--

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-18. Halaman 101.

2.2.10.4Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pada pekerjaan lantai kerja terdiri dari dua jenis pekerjaan, yaitu durasi untuk mencampur beton dan durasi untuk memasang beton.

- Durasi mencampur beton

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right) \dots\dots\dots(2.96)$$

- Durasi memasang beton

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right) \dots\dots\dots(2.97)$$

2.2.10.5Biaya

- Bahan
 - Semen = kebutuhan semen x harga material(2.98)
 - Pasir = kebutuhan pasir x harga material(2.99)
 - Kerikil = kebutuhan kerikil x harga material(2.100)
 - Air = kebutuhan air x harga material(2.101)
- Upah
 - Mandor = jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
 - Buruh cor = jumlah buruh cor x durasi x harga upah.....(2.102)
- Sewa alat
 - Molen = jumlah molen x durasi x harga sewa.....(2.103)

2.2.11 Pekerjaan Bekisting

Bekisting merupakan sarana struktur beton untuk mencetak beton baik ukuran atau bentuknya sesuai dengan yang direncanakan, sehingga bekisting harus mampu berfungsi sebagai struktur sementara yang bisa memikul berat sendiri, beton basah, beban hidup dan peralatan kerja. Pekerjaan bekisting dibedakan menjadi 2 macam, yaitu bekisting batu bata merah dan bekisting kayu.

2.2.11.1 Bekisting Batu Bata Merah

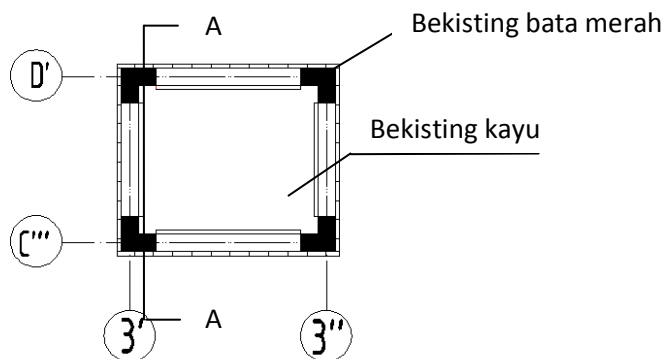
Bekisting batu bata merah digunakan pada struktur bawah yaitu pile cap, pit lift, dan tie beam. Selain luasan bekisting, pada pekerjaan bekisting batu bata merah juga menghitung kebutuhan material yang dipakai untuk membuat bekisting tersebut.

2.2.11.1.1 Volume

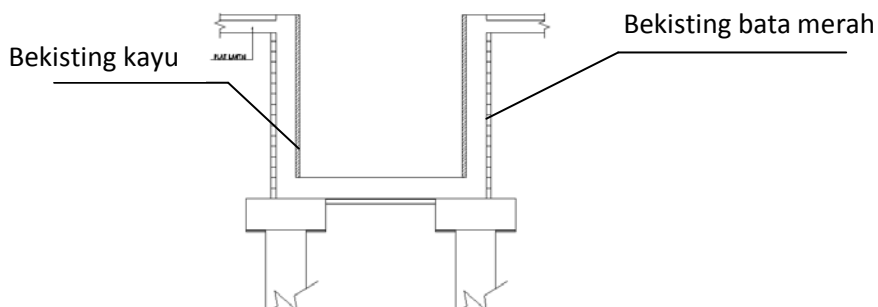
Pada dasarnya luasan bekisting adalah keliling struktur yang akan dibekisting lalu dikalikan dengan tingginya, kecuali pada tie beam. Luasan bekisting pada tie beam hanya diambil dari sisi-sisi sampingnya saja dikarenakan adanya kolom yang telah menutup sisanya. Detail luasan bekisting tie beam terdapat pada gambar 2.27 dengan daerah arsiran yang berarti daerah yang dibekisting.

- Volume Pile Cap

$$\text{Volume} = \text{keliling pile cap} \times \text{tinggi} \dots (2.104)$$
- Volume Pit Lift



Gambar 2. 25Tampak atas bekisting pit lift



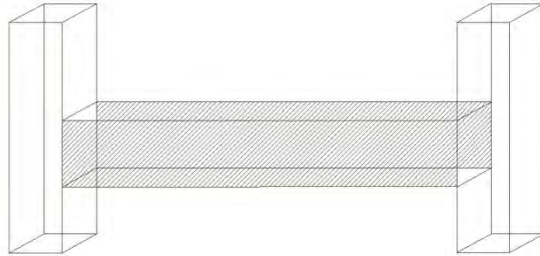
Gambar 2. 26 Tampak samping bekisting pit lift

- Volume = keliling pit lift x tinggi.....(2.105)
- Volume Kolom Pendek

Volume = keliling kolom x panjang.....(2.106)

 - Volume Tie Beam

Volume = 2 x (panjang x tinggi).....(2.107)



Gambar 2. 27 Luasan bekisting tie beam

Sumber: Gambar detail penulis

Dan berikut ini adalah tabel-tabel yang digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan untuk pembuatan bekisting batu bata:

Tabel 2. 14Keperluan batu bata untuk luas dinding 1 m² tebal ½ batu

Ukuran Batu Bata		Tebal mortar, cm					
		0,65	0,75	0,95	1,25	1,5	2
Tebal x panjang	Luas (cm ²)	Banyaknya batu bata					
5,5 cm x 21,5 cm	118,25	77,77	74,99	72,77	68,33	64,44	61,11

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 6-2. Halaman 122.

Tabel 2. 15 Keperluan mortar untuk 1000 buah batu bata merah, dengan tebal dinding 1 ½ batu (± 30 cm)

Tebal sambungan (voeg) cm	0,65	0,75	0,95	1	1,25	1,5	1,6	1,75	2
m ³ mortar	0,42	0,5	0,58	0,66	0,73	0,81	0,89	0,97	1,05

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 6-3. Halaman 123.

Tabel 2. 16 Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m³ mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir

Campuran Semen : pasir	Semen		Pasir (m ³)	Keterangan
	(kantong)	(m ³)		
1 : 1	24,75	0,7	0,7	1 zak semen = 42,5 kg = 0,02832 m ³
1 : 2	16,6	0,47	0,96	
1 : 3	12,75	0,36	1,08	1 m ³ pasir = + 1550 kg
1 : 4	10,25	0,29	1,16	

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 6-4b. Halaman 125.

- Kebutuhan batu bata

$$\text{Volume} = \frac{\text{luasan bekisting}}{118,25 \text{ cm}^2} \times 77,77 \dots \dots \dots (2.108)$$

- Kebutuhan batu bata

$$\text{Volume} = \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{1000} \times 0,42 \dots \dots \dots (2.109)$$

- Kebutuhan semen

$$\text{Volume} = \text{kebutuhan mortar} \times 2,75 \dots \dots \dots (2.110)$$

- Kebutuhan pasir

$$\text{Volume} = \text{kebutuhan mortar} \times 1,08 \dots \dots \dots (2.111)$$

- Kebutuhan air

$$\text{Volume} = \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{1000} \times 250 \dots \dots \dots (2.112)$$

2.2.11.1.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Bahan
 - Batu bata
 - Semen
 - Pasir
 - Air
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)

- 1 tukang batu
- 1 buruh batu

2.2.11.1.3 Kapasitas Produksi

- Mengambil dan menumpuk batu bata dari truck
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 450 buah/jam dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan mengambil dan menumpuk batu bata dari truck yang tercantum pada tabel 2.18.
- Memilih batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 300 buah/jam dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan memilih batu bata yang baik yang tercantum pada tabel 2.18.
- Mengangkut batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 950 buah/jam dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan mengangkut batu bata sejauh 15m dengan kereta dorong yang tercantum pada tabel 2.18.
- Mencampur mortar
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 1,125 m³/jam dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan mencampur adukan mortar dengan mesin pengaduk yang tercantum pada tabel 2.18.
- Mengangkut mortar
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 0,75 m³/jam dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan mengangkut adukan mortar sejauh 12-15m yang tercantum pada tabel 2.18.
- Memasang batu bata merah
Kapasitas produksi dari pekerjaan ini sebesar 11,15 jam/ 1000 batu batadengan mengambil nilai tengah jenis perincian batu bata biasa voeg satu sisi dinding 1 batu yang tercantum pada tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Hasil Kerja Tukang Batu Bata dengan Membentuk Sambungan

Perincian		Batu bata merah terpasang / jam	Jam per 1000 batu bata merah terpasang
a	Batu bata merah biasa Voeg-voeg dibentuk pada satu sisi dinding		
	1 batu	70 - 125	8 - 14,3
	1 ½ batu	80 - 150	6,7 - 12,5
	2 batu	90 - 175	5,7 - 11,1
	2 ½ batu	100 - 200	5,0 - 10
	3 batu	110 - 225	4,5 - 9,1
b	Batu bata merah biasa Voeg-voeg dibentuk pada 2 sisi dinding		
	1 batu	60 - 100	9,1 - 16,7
	1 ½ batu	70 - 135	7,4 - 14,3
	2 batu	80 - 160	6,3 - 12,5
	2 ½ batu	90 - 180	5,5 - 11,1
	3 batu	100 - 200	5,0 - 10
c	Batu bata merah dengan muka indah Voeg-voeg dibentuk pada 2 sisi dinding		
	Sambungan biasa	50 - 100	10,0 - 20
	Sambungan khusus	40 - 80	12,5 - 25
	Tempat perapian (tahan panas)	30 - 50	20 - 33,3
	Tempat boiler (tahan panas)	40 - 80	12,5 - 25

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 127.

Tabel 2. 18Keperluan Menyelesaikan Pekerjaan dalam 1 jam

Jenis Pekerjaan	buah / jam	m ³ / jam
Mencampur adukan mortar dengan mesin pengaduk	-	0,75 - 1,5
Mengangkut batu bata sejauh 15 m dengan kereta dorong	700 - 1200	-
Mengangkut batu bata setinggi 3 m	400 - 600	-
Memilih batu bata yang baik	200 - 400	-
Mengangkut adukan mortar sejauh 12 - 15 m	-	0,5 - 1
Mengambil dan menumpuk batu bata dari truck	300 - 600	-

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 127-128.

2.2.11.1.4 Durasi Pekerjaan

- Durasi mengambil dan menumpuk

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volumebatubata}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah pembantu tukang} \dots (2.113)$$
- Durasi memilih batu bata merah

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volumebatubata}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah pembantu tukang} \dots (2.114)$$
- Durasi mengangkut batu bata merah

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volumebatubata}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah pembantu tukang} \dots (2.115)$$
- Durasi mencampur mortar

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volumemortar}}{\text{kapasitasproduksi}} : \text{jumlah pembantu tukang} \dots (2.116)$$
- Durasi mengangkut mortar

- Durasi = $\frac{\text{volumemortar}}{\text{kapasitasproduksi}}$:
jumlah pembantu tukang.....(2.117)
- Durasi memasang batu bata merah
- Durasi = $\frac{\text{volumebatubata}}{\text{kapasitasproduksi}}$:
jumlah tukang.....(2.118)
- Total durasi = durasi mengambil dan
menumpuk + durasi memilih
batu bata merah + durasi
mengangkut batu bata merah +
durasi mencampur mortar +
durasi mengangkut mortar +
durasi memasang batu bata
merah.....(2.119)

2.2.11.1.5 Biaya

- Bahan
- Batu bata = kebutuhan batu bata x harga
material(2.120)
- Semen = kebutuhan semen x harga
material(2.121)
- Pasir = kebutuhan pasir x harga
material(2.122)
- Air = kebutuhan air x harga
material(2.123)
- Upah
- Mandor = jumlah mandor x durasi x harga
upah.....(2.21)
- Tukang batu = jumlah tukang batu x durasi x
harga upah(2.124)
- Buruh batu = jumlah buruhbatu x durasi x
harga upah.....(2.125)

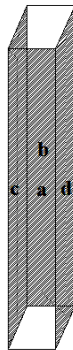
2.2.11.2 Bekisting Kayu

Bekisting kayu digunakan pada struktur kolom, balok, plat, dan tangga. Perhitungan luasan bekisting adalah sebagai berikut:

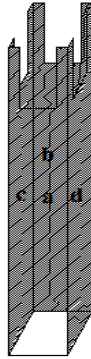
2.2.11.2.1 Volume

Dalam menghitung volume bekisting kayu, selain menghitung luasan bekisting juga akan menghitung kebutuhan bahan untuk bekisting itu sendiri. Berikut ini akan dibahas mengenai perhitungan luasan bekisting kayu.

- Kolom



Gambar 2. 28 Bekisting kolom



Gambar 2. 29 Bekisting kolom yang telah direduksi oleh luas balok

Pada kolom, daerah yang dibekisting yaitu sisi depan (a), belakang (b), samping kiri (c) dan samping kanan (d).

Pehitungan luas pada kolom tidak hanya luas bersih dari kolom tersebut, tetapi harus dikurangi (reduksi) dengan luas balok yang menumpu pada kolom tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{luas kolom} - \text{luas balok} \\ &= (4 \times b_k \times p_k) - (b_b \times h_b) \dots \dots \dots (2.126) \end{aligned}$$

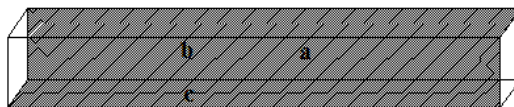
Keterangan:

b_k = lebar kolom p_k = panjang kolom

b_b = lebar balok h_b = tinggi balok

- Balok

Pada balok, daerah yang dibekisting yaitu sisi depan (a), belakang (b) dan bawah (c). Sisi kanan kiri tidak dibekisting karena ada struktur kolom



Gambar 2. 30 Bekisting balok

Untuk perhitungan luas daerah bekisting balok, tinggi balok harus dikurangi oleh tebal plat.

$$\text{Luas} = \{[(h_b - t) \times p_b] \times 2\} \times \text{jumlah} \dots (2.127)$$

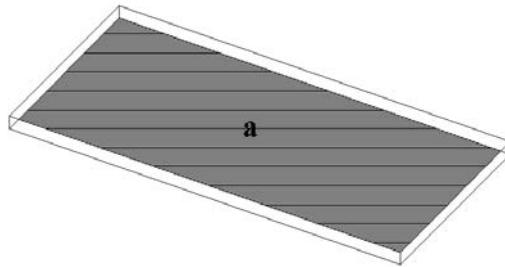
Keterangan :

h_b = tinggi balok t = tebal plat

p_b = panjang balok

- Plat

Pada plat, daerah yang dibekisting yaitu sisi bawahnya (c) saja. Karena sisi kanan dan kiri plat menumpu pada balok, sehingga sisi – sisi pada plat ini tidak diberi bekisting.



Gambar 2. 31 Bekisting plat

$$\text{Luas} = [2 \times (p_p + l_p)] \times t \times \text{jumlah} \dots (2.128)$$

Keterangan :

p_p = panjang plat t = tebal plat

l_p = lebar plat

- Tangga

Luas bekisting sisi bawah plat tangga

$$\text{Luas}_1 = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \dots (2.129)$$

Luas bekisting plat bordes

$$\text{Luas}_2 = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \dots (2.130)$$

Luas bekisting sisi samping plat tangga

$$\text{Luas}_3 = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \dots\dots\dots(2.131)$$

Luas bekisting injakan / tanjakan

$$\text{Luas}_4 = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \dots\dots\dots(2.132)$$

$$\text{Total Luas} = \text{Luas}_1 + \text{Luas}_2 + \text{Luas}_3 + \text{Luas}_4 \\ \dots\dots\dots(2.133)$$

Setelah mengetahui luas daerah bekisting, kemudian menentukan kebutuhan material yang akan digunakan. Kebutuhan material yang digunakan pada bekisting kayu adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan kayu

$$\text{Volume} = \frac{\text{Luas}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan kayu} \dots\dots\dots(2.134)$$

Keterangan:

Keperluan kayu dapat dilihat pada tabel 2.19 dengan mengambil nilai tengah

- Kebutuhan paku

$$\text{Volume} = \frac{\text{Luas}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan paku} \dots\dots\dots(2.135)$$

Keterangan:

Keperluan paku dapat dilihat pada tabel 2.19 dengan mengambil nilai tengah

Tabel 2. 19Keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m²

No	Jenis Cetakan	Kayu	Paku, baut-baut dan kawat
1	Pondasi / pangkal jembatan	0,46 - 0,81	2,73 - 5
2	Dinding	0,46 - 0,62	2,73 - 4
3	Lantai	0,41 - 0,64	2,73 - 4
4	Atap	0,46 - 0,69	2,73 - 4,55
5	Tiang - tiang	0,44 - 0,74	2,73 - 5
6	Kepala tiang	0,46 - 0,92	2,73 - 5,45

7	Balok - balok	0,69 - 1,61	3,64 - 7,27
8	Tangga	0,69 - 1,38	3,64 - 6,36
9	Sudut - sudut tiang / balok berukir	0,46 - 1,84	2,73 - 6,82
10	Ambang jendela dan lintel	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-1. Halaman 85.

2.2.11.2.2 Kebutuhan Sumber Daya

- Bahan
 - Kayu
 - Paku
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 3 tukang kayu
 - 3 buruh kayu

2.2.11.2.3 Kapasitas Produksi

- Penyetelan

Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai tengah pekerjaan menyetel yang tercantum pada tabel 2.20 yaitu:

 - Kolom, kapasitas produksi sebesar 6jam/10m² (jenis cetakan tiang-tiang)
 - Balok, kapasitas produksi sebesar 8jam/10m²
 - Plat, kapasitas produksi sebesar 5,5jam/10m² (jenis cetakan lantai)
 - Tangga, kapasitas produksi sebesar 9jam/10 m²
- Pemasangan

Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai

tengah pekerjaan memasang yang tercantum pada tabel 2.20 yaitu:

- Kolom, kapasitas produksi sebesar 3jam/10m² (jenis cetakan tiang-tiang)
- Balok, kapasitas produksi sebesar 3,5jam/10 m²
- Plat, kapasitas produksi sebesar 3jam/10m² (jenis cetakan lantai)
- Tangga, kapasitas produksi sebesar 6jam/10m² untuk tangga
- Membuka & Membersihkan
Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari jenis cetakan betonnya, dengan mengambil nilai tengah pekerjaan membuka & membersihkan yang tercantum pada tabel 2.20 yaitu:
 - Kolom, kapasitas produksi sebesar 3jam/10m² (jenis cetakan tiang-tiang)
 - Balok, kapasitas produksi sebesar 3,5jam/10m²
 - Plat, kapasitas produksi sebesar 3jam/10m² (jenis cetakan lantai)
 - Tangga, kapasitas produksi sebesar 4jam/10m²

Tabel 2. 20 Keperluan tenaga buruh tiap luas cetakan 10 m²

No	Jenis cetakan kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²		
		Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan
1	Pondasi / Pangkal Jembatan	3 - 7	2 - 4	2 - 4
2	Dinding	5 - 9	3 - 5	2 - 5
3	Lantai	3 - 8	2 - 4	2 - 4
4	Atap	3 - 9	2 - 5	2 - 4
5	Tiang - tiang	4 - 8	2 - 4	2 - 4
6	Kepala tiang	5 - 11	3 - 7	2 - 5
7	Balok - balok	6 - 10	3 - 4	2 - 5

8	Tangga	6 - 12	4 - 8	3 - 5
9	Sudut - sudut tiang / balok berukir	5 - 11	3 - 9	3 - 5
10	Ambang jendela dan lintel	5 - 10	3 - 6	3 - 5

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-2. Halaman 86.

2.2.11.2.4 Durasi Pekerjaan

Durasi untuk pekerjaan bekisting ini dibedakan menjadi 3 macam, yaitu durasi penyetelan, durasi pemasangan serta durasi membuka & membersihkan. Perhitungan durasi sebagai berikut:

- Durasi menyetel

$$= \frac{\text{Luas}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi menyetel : jumlah grup} \dots\dots\dots(2.136)$$
- Durasi memasang

$$= \frac{\text{Luas}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi memasang : jumlah grup} \dots\dots\dots(2.137)$$
- Durasi membongkar

$$= \frac{\text{Luas}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi membongkar : jumlah grup} \dots\dots\dots(2.138)$$

2.2.11.2.5 Biaya

- Bahan
 - Kayu = kebutuhan kayu x harga material(2.139)
 - Paku = kebutuhan paku x harga material(2.140)
- Upah

Mandor = jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)

Tukang kayu = jumlah tukang kayu x durasi x harga upah(2.22)


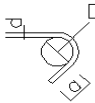

Buruh kayu = jumlah buruh kayu x durasi x harga upah.....(2.141)

2.2.12 Pekerjaan Pembesian

Pembesian atau biasa disebut juga penulangan untuk beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Kebutuhan total besi / berat besi dapat dihitung dengan mengalikan panjang total besi dikali berat sesuai dengan diameter besi yang digunakan.

Untuk besi dengan diameter ≥ 13 mm menggunakan besi ulir, besi dengan diameter < 13 mm menggunakan besi polos. Berikut ini adalah standar yang digunakan untuk menghitung tulangan.

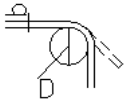
Tabel 2. 21 Syarat Kait Standar & Diameter Bengkokan Minimum

Sudut Lengkung	Gambar	Jenis Besi	Diameter Bersih dari Lengkung	Panjang Ujung a
180°		Polos	3d.min	4d.min
		Ulir	5d.min	
135°		Polos	3d.min	6d.min
		Ulir	5d.min	
90°		Polos	3d.min	8d.min

		Ulir	5d.min	
--	--	------	--------	--

Sumber: Gambar Standart Detail Gedung Workshop

Tabel 2. 22 Syarat Kait Standar & Diameter Bengkokan Minimum

Sudut Lengkung	Gambar	Jenis Besi	Diameter Bersih dari Lengkung	Diameter Nominal (mm)	Keterangan
90° max		Polos	5d.min	Variable	Untuk sengkang
		Ulir	5d.min		
		Variable	5d.min	Polos \leq 16 Ulir \leq 16	Tulangan untuk pelat dan dinding
			6d.min	Polos \geq 19 Ulir \geq 19	
			8d.min	Polos \leq 28 Ulir \leq 25	Tulangan untuk hal-hal lain
			10d.min	Polos \geq 32 Ulir \geq 29	

Sumber: Gambar Standart Detail Gedung Workshop

Tabel 2. 23 Syarat Panjang Penyaluran & Panjang Lewatan

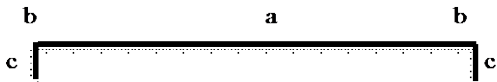
Jenis Tulangan	Kekuatan Beton Karakteristik (28 hari) (Mpa) (fc')	Ruang Penyaluran			Panjang Lewatan (LA)
		Umum (L)	Tulangan Bawah		
			Balok Anak (L1)	Pelat Lantai dan Atap	

				(L2)	
Polos	$19 \leq f_c' \leq 40$	40d dengan bengkokan	40d dengan bengkokan	150 mm dengan bengkokan	35d dengan bengkokan
	$15 \leq f_c' \leq 19$	50d dengan bengkokan			45d dengan bengkokan
Ulir	$19 \leq f_c' \leq 40$	35d atau 25d dengan bengkokan	25d dengan bengkokan	10d dan lebih besar dari 150 mm	40d atau 35d dengan bengkokan
	$15 \leq f_c' \leq 19$	40d dengan bengkokan			45d atau 35d dengan bengkokan

Sumber: Gambar Standart Detail Gedung Workshop

2.2.12.1Volume

- Pembesian Pile Cap
Pada pembesian PC ini dibagi menjadi 2 arah tulangan, yaitu tulangan arah x dan arah y. Dimana setiap arah tersebut terdapat 2 jenis tulangan yaitu tulangan atas dan bawah



Gambar 2. 32 Detail pembesian pile cap tulangan atas

- Tulangan atas
Arah x:
a = panjang pc – (2 x cover).....(2.142)
b = 5 x diameter.....(2.143)
c = 8 x diameter.....(2.144)

$$P_{tot} = a + b + c \dots\dots\dots(2.145)$$

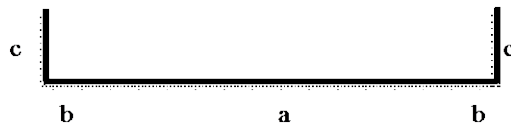
Arah y :

$$a = \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover}) \dots\dots\dots(2.146)$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \dots\dots\dots(2.143)$$

$$c = 8 \times \text{diameter} \dots\dots\dots(2.144)$$

$$P_{tot} = a + b + c \dots\dots\dots(2.145)$$



Gambar 2. 33 Detail pembesian pile cap tulangan bawah

- Tulangan bawah

Arah x :

$$a = \text{panjang pc} - (2 \times \text{cover}) \dots\dots\dots(2.142)$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \dots\dots\dots(2.143)$$

$$c = \text{tinggi pc} - (2 \times \text{cover}) \dots\dots\dots(2.147)$$

$$P_{tot} = a + b + c \dots\dots\dots(2.145)$$

Arah y :

$$a = \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover}) \dots\dots\dots(2.146)$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \dots\dots\dots(2.143)$$

$$c = \text{tinggi pc} - (2 \times \text{cover}) \dots\dots\dots(2.147)$$

$$P_{tot} = a + b + c \dots\dots\dots(2.145)$$

- Pembesian Kolom Pendek

Pada pembesian kolom pendek ini, tidak hanya panjang bersih kolomnya saja, namun juga panjang besi yang masuk ke pc sepanjang tinggi pc



Gambar 2. 34 Detail pembesian kolom pendek tulangan utama

Tulangan utama:

a = 15 x diameter.....(2.148)

b = 5 x diameter.....(2.143)

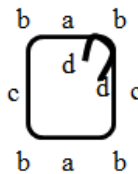
c = tinggi pile cap – 0,075.....(2.149)

d = panjang bersih – e.....(2.150)

e = 2 x 2,5 x diameter.....(2.151)

f = 40 x diameter.....(2.152)

P tot= a + b + c + d + e + f.....(2.153)



Gambar 2. 35 Detail pembesian tulangan sengkang

Tulangan sengkang:

a = panjang kolom – (2 x cover).....(2.154)

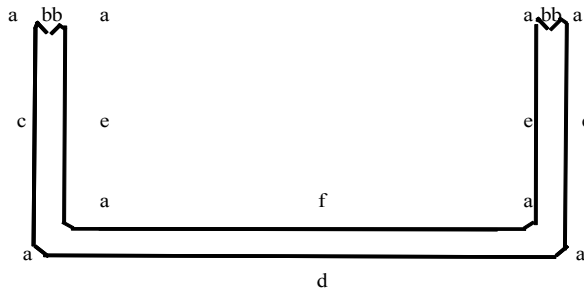
b = 3 x diameter.....(2.155)

c = lebar kolom – (2 x cover).....(2.156)

d = 6 x diameter.....(2.157)

P tot= a + b + c +d.....(2.158)

- Pembesian Pit Lift



Gambar 2. 36 Detail pembesian pit lift tulangan menerus

Tulangan menerus:

a = 5 x diameter.....(2.159)

b = 6 x diameter.....(2.160)

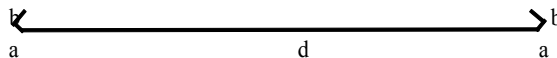
c = tinggi luar – (2 x selimut)(2.161)

d = lebar pit lift – (2 x selimut).....(2.162)

e = tinggi dalam + (2 x selimut)(2.163)

f = (lebar pit lift – (2 x 0,12)) + (2 x selimut)
.....(2.164)

P tot= a + b + c + d + e + f.....(2.153)



Gambar 2. 37 Detail pembesian pit lift tulangan memanjang

Tulangan memanjang:

a = 5 x diameter.....(2.159)

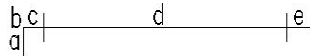
b = 6 x diameter.....(2.160)

d = panjang pit lift –(2 x selimut).....(2.165)

P tot= a + b + d(2.166)

- Pembesian Balok dan Tie Beam

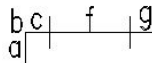
- Bagian pojok kiri



Gambar 2. 38 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kiri - atas

Tulangan atas:

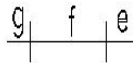
a	= 8 x diameter.....	(2.167)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
c	= lebar kolom – ($\frac{1}{3}$ x lebar kolom)....	(2.168)
d	= panjang bersih balok.....	(2.169)
e	= $\frac{1}{2}$ x lebar kolom.....	(2.170)
P tot=	a + b + c + d + e.....	(2.171)



Gambar 2. 39 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kiri – tengah atas bagian samping 1

Tulangan tengah atas bagian samping 1:

a	= 8 x diameter.....	(2.167)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
c	= lebar kolom – ($\frac{1}{3}$ x lebar kolom)....	(2.168)
f	= $\frac{1}{4}$ x panjang bersih balok.....	(2.172)
g	= 15 x diameter.....	(2.173)
P tot=	a + b + c + f + g.....	(2.174)



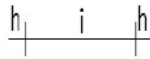
Gambar 2. 40 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kiri – tengah atas bagian samping 2

Tulangan tengah atas bagian samping 2:

e	= $\frac{1}{2}$ x lebar kolom.....	(2.170)
f	= $\frac{1}{4}$ x panjang bersih balok.....	(2.172)

$$g = 15 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.173)$$

$$P_{\text{tot}} = e + f + g \dots\dots\dots (2.175)$$



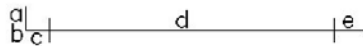
Gambar 2. 41 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kiri – tengah bawah

Tulangan tengah bawah:

$$h = 20 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.176)$$

$$i = \frac{1}{2} \times \text{panjang bersih balok} \dots\dots\dots (2.177)$$

$$P_{\text{tot}} = h + i \dots\dots\dots (2.178)$$



Gambar 2. 42 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kiri – bawah

Tulangan bawah:

$$a = 8 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.167)$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.143)$$

$$c = \text{lebar kolom} - (\frac{1}{3} \times \text{lebar kolom}) \dots\dots (2.168)$$

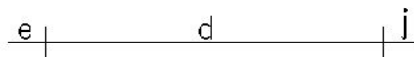
$$d = \text{panjang bersih balok} \dots\dots\dots (2.169)$$

$$e = \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.170)$$

$$P_{\text{tot}} = a + b + c + d + e \dots\dots\dots (2.171)$$

Sedangkan untuk detail gambar tulangan sengkang melihat pada gambar 2.6 dengan cara perhitungan tulangan sengkang yang sama.

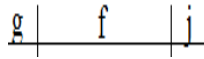
- Bagian tengah



Gambar 2. 43 Detail pembesian balok dan tie beam bagian tengah – atas menerus

Tulangan atas menerus:

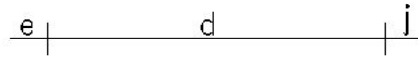
$$\begin{aligned}
 d &= \text{panjang bersih balok} \dots\dots\dots (2.169) \\
 e &= \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.170) \\
 j &= \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.179) \\
 P_{\text{tot}} &= d + e + j \dots\dots\dots (2.180)
 \end{aligned}$$



Gambar 2. 44 Detail pembesian balok dan tie beam bagian tengah
– tengah atas bagian samping

Tulangan tengah atas bagian samping:

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{4} \times \text{panjang bersih balok} \dots\dots\dots (2.172) \\
 g &= 15 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.173) \\
 j &= \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.179) \\
 P_{\text{tot}} &= f + g + j \dots\dots\dots (2.181)
 \end{aligned}$$



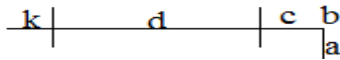
Gambar 2. 45 Detail pembesian balok dan tie beam bagian tengah
– bawah menerus

Tulangan tengah bawah menerus:

$$\begin{aligned}
 d &= \text{panjang bersih balok} \dots\dots\dots (2.169) \\
 e &= \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.170) \\
 j &= \frac{1}{2} \times \text{lebar kolom} \dots\dots\dots (2.179) \\
 P_{\text{tot}} &= d + e + j \dots\dots\dots (2.180)
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk detail gambar tulangan sisanya melihat pada gambar (), gambar () dan gambar () dengan cara perhitungan tulangan yang sama.

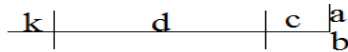
- Bagian pojok kanan



Gambar 2. 46 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kanan – atas

Tulangan atas:

a	= 8 x diameter.....	(2.167)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
c	= lebar kolom – ($\frac{1}{3}$ x lebar kolom).....	(2.168)
d	= panjang bersih balok.....	(2.169)
k	= $\frac{1}{2}$ x lebar kolom.....	(2.182)
P tot	= a + b + c + d + k.....	(2.183)



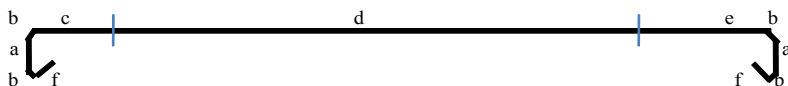
Gambar 2. 47 Detail pembesian balok dan tie beam bagian pojok kanan – bawah

Tulangan bawah:

a	= 8 x diameter.....	(2.167)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
c	= lebar kolom – ($\frac{1}{3}$ x lebar kolom).....	(2.168)
d	= panjang bersih balok.....	(2.169)
k	= $\frac{1}{2}$ x lebar kolom.....	(2.182)
P tot	= a + b + c + d + k.....	(2.183)

Sedangkan untuk detail gambar tulangan sisanya melihat pada gambar (), gambar () dan gambar () dengan cara perhitungan tulangan yang sama.

- Pembesian Plat
 - Bagian atas

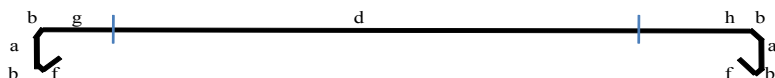


Gambar 2. 48 Detail tulangan plat bagian atas

Tulangan atas:

a	= 15 x diameter.....	(2.148)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
c	= panjang cover balok.....	(2.184)
d	= panjang bersih plat.....	(2.185)
e	= panjang cover balok.....	(2.186)
f	= 6 x diameter.....	(2.187)
P tot	= a + b + c + d + e + f.....	(2.153)

- Bagian bawah



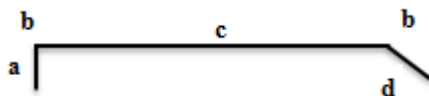
Gambar 2. 49 Detail tulangan plat bagian bawah

Tulangan bawah:

a	= 15 x diameter.....	(2.148)
b	= 5 x diameter.....	(2.143)
d	= panjang bersih plat.....	(2.185)
f	= 6 x diameter.....	(2.187)
g	= lebar balok - (1/3 x lebar balok).....	(2.188)
h	= lebar balok - (1/3 x lebar balok).....	(2.189)
P tot	= a + b + d + f + g + h.....	(2.190)

- Pembesian Tangga

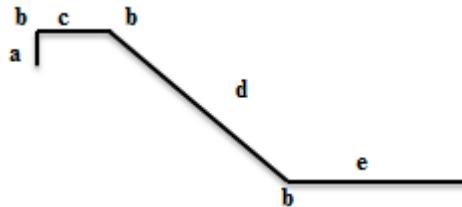
- Tulangan Plat Bordes 1 Arah y



Gambar 2. 50 Detail Tulangan Bordes 1 Arah y

$a = 8 \times \text{diameter}$	(2.167)
$b = 3 \times \text{diameter}$	(2.191)
$c = \text{panjang mendatar sisi atas}$	(2.192)
$d = \text{panjang miring}$	(2.193)
$P \text{ tot} = a + b + c + d$	(2.158)

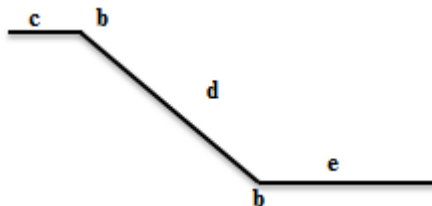
- Tulangan Memanjang Atas A



Gambar 2. 51 Detail Tulangan Memanjang Atas A

$a = 15 \times \text{diameter}$	(2.148)
$b = 3 \times \text{diameter}$	(2.191)
$c = \text{panjang mendatar sisi atas}$	(2.192)
$d = \text{panjang miring}$	(2.193)
$e = \text{panjang mendatar sisi bawah}$	(2.194)
$P \text{ tot} = a + b + c + d + e$	(2.171)

- Tulangan Memanjang Bawah A

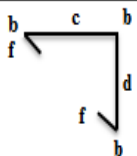


Gambar 2. 52 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga A

$b = 3 \times \text{diameter}$	(2.191)
--------------------------------------	---------

- c = panjang mendatar sisi atas.....(2.192)
 d = panjang miring.....(2.193)
 e = panjang mendatar sisi bawah.....(2.194)
 $P \text{ tot} = b + c + d + e$(2.195)

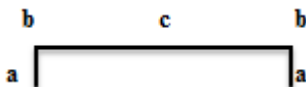
- Tulangan Anak Tangga Arah y



Gambar 2. 53 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y

- $b = 3 \times \text{diameter}$(2.191)
 $c = \text{lebar injakan}$(2.196)
 $d = \text{tinggi tanjakan}$(2.197)
 $f = 6 \times \text{diameter}$(2.187)
 $P \text{ tot} = b + c + d + f$(2.198)

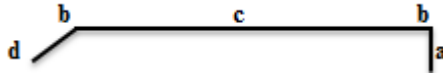
- Tulangan Anak Tangga Arah x



Gambar 2. 54 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x

- $a = 8 \times \text{diameter}$(2.167)
 $b = 3 \times \text{diameter}$(2.191)
 $c = \text{lebar plat tangga}$(2.199)
 $P \text{ tot} = a + b + c$(2.145)

- Tulangan Plat Bordes 2 Arah x



Gambar 2. 55 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah x

$a = 8 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.167)$

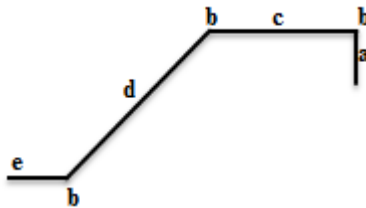
$b = 3 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.191)$

$c = \text{panjang mendatar sisi atas} \dots\dots\dots (2.184)$

$d = \text{panjang miring} \dots\dots\dots (2.185)$

$P \text{ tot} = a + b + c + d \dots\dots\dots (2.158)$

- Tulangan Memanjang Atas B



Gambar 2. 56 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga B

$a = 15 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.148)$

$b = 3 \times \text{diameter} \dots\dots\dots (2.191)$

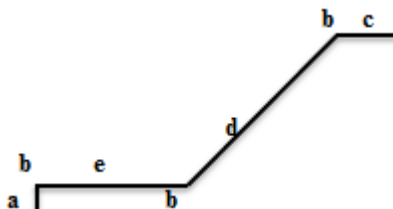
$c = \text{panjang mendatar sisi atas} \dots\dots\dots (2.192)$

$d = \text{panjang miring} \dots\dots\dots (2.185)$

$e = \text{panjang mendatar sisi bawah} \dots\dots\dots (2.194)$

$P \text{ tot} = a + b + c + d + e \dots\dots\dots (2.171)$

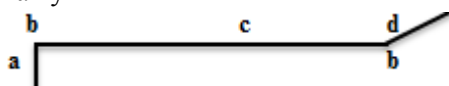
- Tulangan Memanjang Bawah



Gambar 2. 57 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga B

- a = 8 x diameter.....(2.167)
- b = 3 x diameter.....(2.191)
- c = panjang mendatar sisi atas.....(2.184)
- d = panjang miring.....(2.185)
- e = panjang mendatar sisi bawah.....(2.194)
- P tot = a + b + c + d + e.....(2.171)

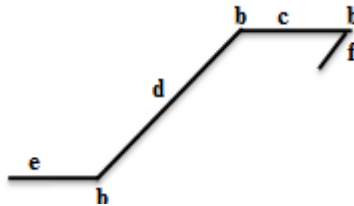
- Tulangan Plat Bordes 1 Arah x & Tulangan Plat Bordes 2 Arah y



Gambar 2. 58 Detail Tulangan Plat Bordes

- a = 15 x diameter.....(2.148)
- b = 3 x diameter.....(2.191)
- c = panjang mendatar sisi atas.....(2.184)
- d = panjang miring.....(2.185)
- P tot = a + b + c + d(2.158)

- Tulangan Memanjang Atas C



Gambar 2. 59 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga C

b = 3 x diameter.....	(2.191)
c = panjang mendatar sisi atas.....	(2.184)
d = panjang miring.....	(2.185)
e = panjang mendatar sisi bawah.....	(2.194)
f = 6 x diameter.....	(2.187)
P tot = b + c + d + e + f.....	(2.200)

Setelah menghitung panjang total tulangan yang diperlukan, lalu hitung berat besi per meter untuk mendapatkan volume besi total.

Berat besi = panjang total x jumlah x berat.....(2.201)

Keterangan:

- Berat lihat tabel 2.24 dan 2.25

Tabel 2. 24 Berat Besi Ulir

BESI BETON SPIRAL / DEFORMED BARS				Berat per
Size			Weight	m
	D	6 mm - 12 m	2,99 Kg	0,249 Kg
	D	10 mm - 12 m	7,40 Kg	0,617 Kg
	D	12 mm - 12 m	10,70 Kg	0,892 Kg
	D	13 mm - 12 m	12,48 Kg	1,040 Kg
	D	16 mm - 12 m	18,96 Kg	1,580 Kg
	D	19 mm - 12 m	26,76 Kg	2,230 Kg
	D	22 mm - 12 m	35,76 Kg	2,980 Kg
	D	25 mm - 12 m	46,20 Kg	3,850 Kg
	D	29 mm - 12 m	62,28 Kg	5,190 Kg
	D	32 mm - 12 m	75,72 Kg	6,310 Kg
	D	35 mm - 12 m	90,10 Kg	7,508 Kg
	D	36 mm - 12 m	95,88 Kg	7,990 Kg
	D	38 mm - 12 m	107,00 Kg	8,917 Kg
	D	41 mm - 12 m	126,00 Kg	10,500 Kg

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum

Tabel 2. 25 Berat Besi Polos

BESI BETON / MIL STEEL ROUND BARS				Berat per
Size			Weight	m
	Ø	6 mm - 12 m	2,66 Kg	0,222 Kg
	Ø	6,5 mm - 12 m	3,20 Kg	0,267 Kg
	Ø	8 mm - 12 m	4,74 Kg	0,395 Kg
	Ø	9 mm - 12 m	6,00 Kg	0,500 Kg
	Ø	10 mm - 12 m	7,40 Kg	0,617 Kg
	Ø	12 mm - 12 m	10,70 Kg	0,892 Kg
	Ø	13 mm - 12 m	12,50 Kg	1,042 Kg
	Ø	14 mm - 12 m	14,50 Kg	1,208 Kg
	Ø	16 mm - 12 m	19,00 Kg	1,583 Kg
	Ø	19 mm - 12 m	26,80 Kg	2,233 Kg
	Ø	22 mm - 12 m	35,80 Kg	2,983 Kg
	Ø	23 mm - 12 m	39,10 Kg	3,258 Kg
	Ø	25 mm - 12 m	46,20 Kg	3,850 Kg
	Ø	28 mm - 12 m	58,00 Kg	4,833 Kg
	Ø	31 mm - 12 m	71,10 Kg	5,925 Kg
	Ø	32 mm - 12 m	75,77 Kg	6,314 Kg

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum

2.2.12.2 Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Besi ulir dengan ukuran D13, D16, D19, D22
 - Besi polos dengan ukuran Ø8, Ø10, Ø12
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 3 tukang besi

2.2.12.3 Kapasitas Produksi

- Memotong
Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari diameter besi yang digunakan. Kapasitas produksi dapat dihitung dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan pemotongan besiantara 1 - 3 jam untuk 100 buah tulangan
- Membengkokkan
Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari diameter besi yang digunakan. Kapasitas produksi dapat dihitung dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan bengkokan dengan mesin sesuai yang tercantum pada tabel 2.26
- Mengaitkan
Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari diameter besi yang digunakan. Kapasitas produksi dapat dihitung dengan mengambil nilai tengah jenis pekerjaan kait dengan mesin sesuai yang tercantum pada tabel 2.26
- Memasang
Kapasitas produksi pekerjaan ini tergantung dari diameter besi yang digunakan. Kapasitas produksi dapat dihitung dengan mengambil nilai tengah panjang tulangan yang akan dipasang sesuai yang tercantum pada tabel 2.27

Tabel 2. 26 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk
Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan

Ukuran Besi Beton Ø	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
1/2" (12 mm) ke bawah	2 - 4	3 - 6	0,8 - 1,5	1,2 - 2,5
5/8" (16 mm) 3/4" (19 mm) 7/8" (22 mm)	2,5 - 5	4 - 8	1 - 2	1,6 - 3
1" (25 mm) 1 1/8" (28,5 mm)	3 - 6	5 - 10	1,2 - 2,5	2 - 4
1 1/4" (31,75 mm) 1 1/2" (38,1 mm)	4 - 7	6 - 12	1,5 - 3	2,5 - 5

Sumber: Soedrajat. (1984). Analisa (cara modern) Anggaran
Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Halaman 91

Tabel 2. 27 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk
Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Ukuran Besi Beton Ø	Panjang Batang Tulangan (m)		
	Dibawah 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m
1/2" (12 mm) ke bawah	3,5 - 6	5,0 - 7	6,0 - 8
5/8" (16 mm) 3/4" (19 mm) 7/8" (22 mm)	4,5 - 7	6 - 8,5	7 - 9,5
1" (25 mm) 1 1/8" (28,5 mm)	5,5 - 8	7,0 - 10	8,5 - 11,5

1 ¼" (31,75 mm)	6,5 - 9	8,0 - 12	10,0 - 14
1 ½" (38,1 mm)			

Sumber: Soedrajat. (1984). Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Halaman 92

2.2.12.4 Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pembesian, tergantung dari banyaknya jumlah bengkokan dan jumlah tulangan yang dipasang. Sehingga pada saat menghitung volume, selain beratnya yang dihitung, jumlah bengkokan juga ikut diperhitungkan.

- Durasi memotong

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

jumlah grup.....(2.202)

Keterangan:

Σ tulangan adalah total tulangan yang dihitung tiap elemen

- Durasi membengkokan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{Bengkokan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

jumlah grup.....(2.203)

Keterangan:

Σ bengkokan adalah total bengkokan pada elemen struktur

- Durasi mengaitkan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{kaitan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

jumlah grup.....(2.204)

Keterangan:

Σ kaitan adalah total kaitan pada elemen struktur

- Durasi memasang

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{Tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

jumlah grup(2.205)

Keterangan:

Jumlah tulangan adalah total tulangan yang dihitung tiap elemen

Total durasi pabrikan = durasi memotong +
durasi membengkokkan +
durasi mengaitkan
.....(2.206)

Total durasi pemasangan = durasi memasang
.....(2.207)

2.2.12.5Biaya

- Bahan
Besi = kebutuhan besi x harga
material(2.208)
- Upah
Mandor = jumlah mandor x durasi x harga
upah.....(2.21)
- Tukang besi = jumlah tukangbesi x durasi x
harga upah(2.209)

2. 2.13 Pekerjaan Pengecoran

2.2.13.1Volume

- Pengecoran Pile Cap
 - Volume persegi = sisi² x tinggi.....(2.210)
 - Volume p. panjang = panjang x lebar x
tinggi.....(2.211)
 - Volume segi enam = luas area x tinggi
.....(2.212)
- Pengecoran Pit Lift
 - Volume plat = panjang x lebar x
tebal.....(2.213)
 - Volume dinding = panjang xtinggi x
tebal.....(2.214)

- Pengecoran Kolom
 - Volume persegi = sisi² x tinggi.....(2.210)
- Pengecoran Balok dan Tie Beam
 - Volume p panjang = panjang x lebar x tinggi.....(2.211)
- Pengecoran Plat
 - Volume plat = panjang x lebar x tebal.....(2.213)
- Pengecoran Tangga
 - Sisi bawah plat tangga (V1)
Volume = panjang x lebar x tebal.....(2.213)
 - Plat bordes (V2)
Volume = panjang x lebar x tebal.....(2.213)
 - Injakan / tanjakan (V3)
Volume = panjang x lebar x tebal.....(2.213)
 - Volume total
Volume = V1 + V2 + V3.....(2.213)

2.2.13.2Kebutuhan sumber daya

- Bahan
 - Beton mutu K-300
- Tenaga kerja
 - 1 grup kerja terdiri dari:
 - Mandor (1 mandor mampu membawahi 20 tukang)
 - 2 buruhcor
- Alat
 - Concrete pump
 - Concrete Vibrator

2.2.13.3Kapasitas Produksi

$$Q = \text{delivery capacity} \times EK \dots\dots\dots(2.214)$$

Keterangan:

- Delivery capacity (m^3/jam)
- EK= efisiensi kerja yang terdiri dari faktor operasi alat dan pemeliharaan mesin, faktor operator mekanik, faktor cuaca

Faktor efisiensi kerja

Efisiensi kerja dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- Faktor kondisi alat (Tabel 2.5)
Kondisi = Baik
Nilai = 0,75
- Faktor operator dan mekanik (Tabel 2.6)
Kondisi = Terampil
Nilai = 0,8
- Faktor cuaca (Tabel 2.7)
Kondisi = Terang, panas, berdebu
Nilai = 0,83

2.2.13.4 Durasi Pekerjaan

Waktu pelaksanaan pengecoran tidak hanya pada kapasitas produksi *concrete pump* dalam menyalurkan beton saja, tetapi juga terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

- Waktu persiapan
Durasi = waktu pengaturan posisi truck mixer dengan concrete pump + waktu pemasangan pompa + waktu tunggupompa + waktu menuangkan ke concrete pump.....(2.215)
- Waktu tambahan persiapan
Waktu tambahan persiapan terdiri dari:

- Pergantian antar truck mixer apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 truck mixer= jumlah truck mixer x 5 menit/truck mixer.....(2.216)
 - Waktu untuk pengujian slump= jumlah truck mixer x 5 menit/truk mixer....(2.217)
 - Waktu pengecoran

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}} \dots\dots\dots(2.218)$$
 - Waktu pasca pelaksanaan

$$\text{Durasi} = \text{waktu pembersihan pompa} + \text{waktu pembongkaran pompa} + \text{waktu persiapan kembali}$$
- Total durasi = waktu persiapan + waktu tambahan persiapan + waktu pengecoran + waktu pasca pelaksanaan.....(2.219)

2.2.13.5Biaya

- Bahan
 Beton K-300 = volume beton x harga material
(2.220)
- Upah
 Mandor = jumlah mandor x durasi x harga upah.....(2.21)
 Buruh cor = jumlah buruh cor x durasi x harga upah(2.102)
- Alat
 Concrete pump = jumlah concrete pump x durasi x harga sewa(2.221)
 Vibrator = jumlah vibrator x durasi x harga sewa.....(2.111)

2.2.14 Pekerjaan Pengangkatan

Pada pembangunan ini, untuk memudahkan pengangkatan material dari lantai bawah ke lantai selanjutnya dibantu dengan alat berat mobile crane.

2.2.14.1 Volume

Volume bahan yang akan diangkat oleh mobile crane tergantung dengan berat bahan tersebut. Berat bahan yang diangkat harus lebih kecil dari kapasitas angkat mobile crane.

Volume = berat bahan x jumlah.....(2.215)

2.2.14.2 Kebutuhan sumber daya

- Tenaga = operator
- Alat = mobile crane

2.2.14.3 Kapasitas Produksi

Faktor efisiensi kerja

Efisiensi kerja dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

- Faktor kondisi alat (Tabel 2.5)
Kondisi = Baik
Nilai = 0,75
- Faktor operator dan mekanik (Tabel 2.6)
Kondisi = Terampil
Nilai = 0,8
- Faktor cuaca (Tabel 2.7)
Kondisi = Terang, panas, berdebu
Nilai = 0,83

2.2.14.4 Durasi Pekerjaan

Durasi untuk 1 kali pengangkatan terdiri dari waktu persiapan, waktu muat, waktu pengangkatan, waktu ayun, waktu penurunan, waktu pembongkaran, waktu ayun

kembali, waktu penurunan (untuk memuat kembali material).

- Siklus angkut untuk mengangkat material

$$= \frac{\text{beban yang diangkat}}{\text{kapasitas angkat}} \dots\dots\dots (2.216)$$
- Durasi untuk 1 kali pengangkatan
 - Waktu muat
 Waktu muat adalah waktu pemuatan material ke atas mobil crane
 - Waktu pengangkatan (hoisting)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{tinggi hoisting}}{\text{kecepatan angkat} \times \text{EK}} \dots\dots\dots (2.217)$$

Keterangan:
 Tinggi hoisting= tinggi bangunan yang ditinjau
 EK= efisiensi kerja (faktor operasi alat & pemeliharaan mesin x faktor operator mekanik x faktor cuaca)
 - Waktu ayun (swing)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{sudut swing (r)}}{\text{kec. swing} \times \text{sudut putar mobil crane} \times \text{EK}} \dots\dots\dots (2.218)$$
 - Waktu penurunan (lowering)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{tinggi lowering}}{\text{kecepatan penurunan} \times \text{EK}} \dots\dots\dots (2.219)$$
 - Waktu pembongkaran
 Waktu pembongkaran adalah waktu yang dibutuhkan untuk melepaskan material dari mobile crane
 - Waktu ayun (swing) kembali

$$\text{Durasi} = \frac{\text{sudut swing (r)}}{\text{kec.swing} \times \text{sudut putar mobil crane} \times \text{EK}}$$

-(2.220)
- Waktu penurunan (lowering) kembali

$$\text{Durasi} = \frac{\text{tinggi hoisting} - \text{tinggi lowering}}{\text{kecepatan penurunan} \times \text{EK}} \dots (2.221)$$
 - Total durasi = siklus angkat x durasi 1 kali
 pengangkatan.....(2.222)

2.2.14.5Biaya

- Upah
 Operator = jumlah operator x durasi x harga
 upah.....(2.57)
- Alat
 Mobile crane = jumlah mobile crane x durasi x
 harga sewa(2.223)

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Metodologi

Uraian metodologi yang digunakan dalam pembahasan permasalahan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah

Sebelum mengerjakan tugas akhir ini, harus memahami permasalahan yang akan dibahas. Hal ini berguna agar hasil dari Tugas Akhir ini tidak menyimpang dengan permasalahan yang ingin dibahas.

2. Pengumpulan Data

Untuk mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan proyek memerlukan suatu acuan yang berupa data. Data yang dibutuhkan sebagai berikut :

a. Data Primer

- Survey Lapangan
 - Harga bahan dan material
 - Spesifikasi alat berat
 - Harga sewa alat berat

b. Data Sekunder

- Gambar Kerja
 - Gambar struktur pembangunan Gedung Workshop Teluk Lamong, Surabaya
 - Gambar arsitektur (denah bangunan) pembangunan Gedung Workshop Teluk Lamong, Surabaya
- Referensi buku :
 - Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern) karangan Ir. A. Soedrajat
 - Alat Berat untuk Proyek Konstruksi karangan Ir. Susy Fatena

- Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil karangan Daryatno
- Manajemen Konstruksi karya Irika Widiasanti, M. T & Lenggogeni, M. T
- Metode Kerja Bangunan Sipil karya Amien Sajekti
- Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat karya Djoko Wilopo

3. Pengolahan Data

Pada tahap ini, dari data yang diperoleh, diolah untuk mencapai tujuan awal dari Tugas Akhir ini.

4. Penyusunan Rincian Pekerjaan (WBS)

Sebelum melakukan perhitungan, perencana membuat rincian (mengelompokkan) pekerjaan apa saja yang akan dihitung. Rincian pekerjaan adalah sebagai berikut:

a. Pekerjaan Struktur Bawah

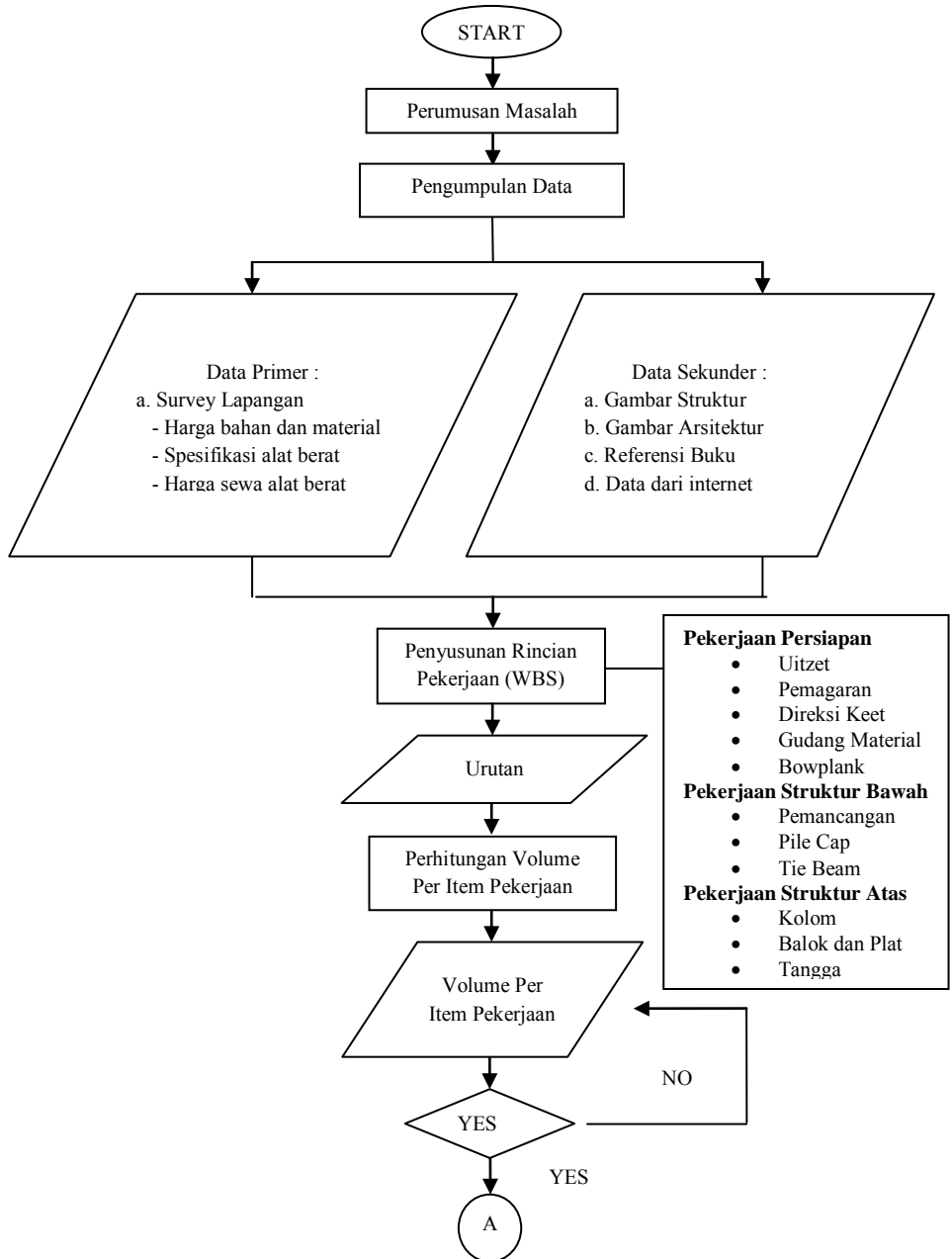
- Pemancangan
- Penggalian
- Pengurugan
- Pekerjaan Pile Cap
- Pekerjaan Pit Lift
- Pekerjaan Tie Beam

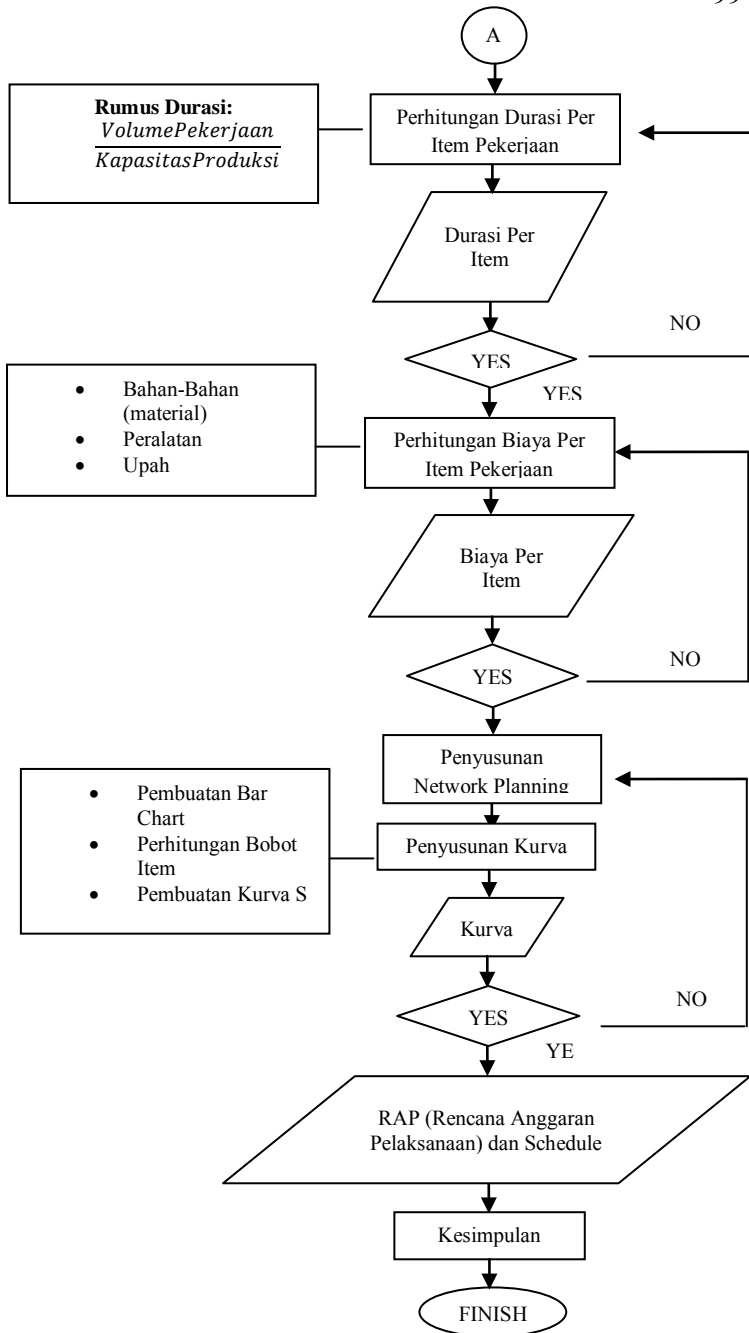
b. Pekerjaan Struktur Atas

- Pekerjaan kolom
- Pekerjaan balok
- Pekerjaan plat
- Pekerjaan tangga

5. Perhitungan Volume
Menghitung volume dari setiap pekerjaan struktur agar dapat merencanakan biaya dan waktu
6. Perhitungan Durasi
Melakukan perhitungan durasi waktu yang diperlukan setiap pekerjaan dengan memperhatikan kapasitas tenaga dan kapasitas produksi setiap alat
7. Perhitungan Biaya
Melakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan
8. Penyusunan Network Planning
Tahap ini akan dilakukan penjadwalan dengan menggunakan network planning yang dibantu dengan aplikasi Microsoft Project.
9. Penyusunan Kurva S
Pada tahap ini, akan dilakukan dengan membuat bar chart yang kemudian dihitung bobot per item pekerjaannya sehingga dapat membentuk diagram kurva S yang berfungsi untuk pemantauan pelaksanaan proyek
10. RAP dan schedule
Tahap ini adalah hasil akhir yang diperoleh apabila kurva S sudah sesuai, maka berarti metode pelaksanaan yang digunakan pada proyek ini sudah benar dan dapat digunakan.

1.2 Bagan Alir



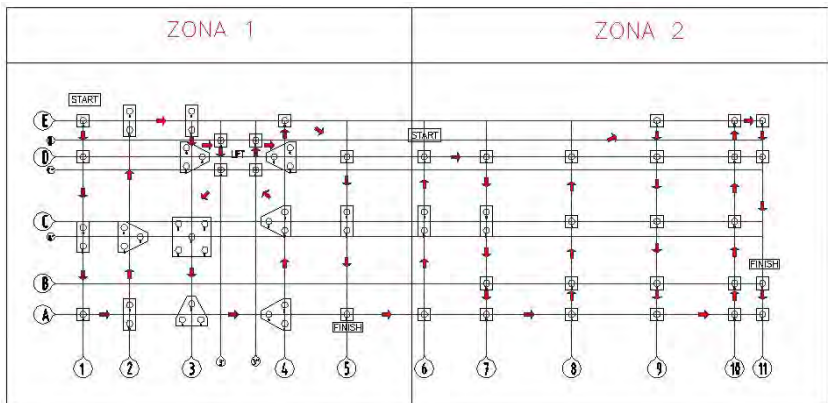


1.3 Metode Pelaksanaan

Pada bab ini akan membahas sekilas tentang metode pelaksanaan proyek yang ditinjau. Hanya untuk memberi gambaran tentang cara kerja melalui layout dan uraian singkat penulis. Untuk penjelasan kebutuhan sumber daya tiap pekerjaan maupun alat yang digunakan dapat dilihat pada Bab II. Berikut ini adalah metode pelaksanaan tiap pekerjaan tersebut:

3.3.1 Pekerjaan Pemancangan

Pekerjaan pemancangan dibagi menjadi dua zona, seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Zona 1 dimulai dari as 1-5, sedangkan zona 2 dimulai dari as 6-11. Pembagian zona tersebut dimaksudkan agar saat zona 1 selesai, dapat langsung dilakukan pekerjaan penggalian pile cap untuk selanjutnya dilakukan pekerjaan pemotongan tiang pancang. Layout pemancangan ini juga berlaku untuk alur perpindahan alat juga pemotongan tiang pancang.



Gambar 3. 1 Layout pemancangan

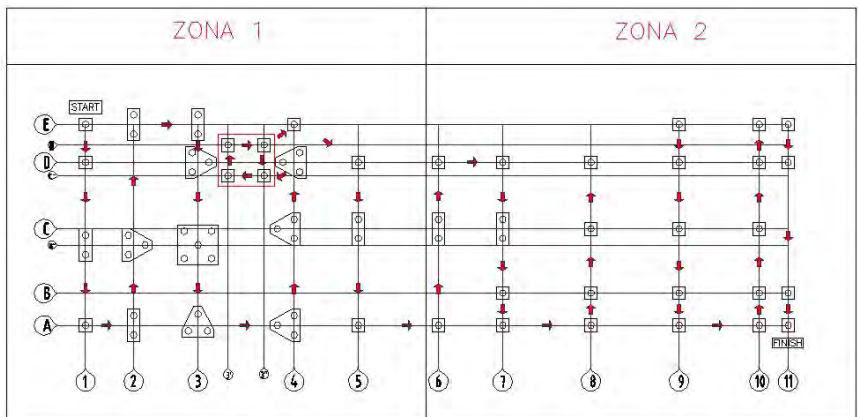
Dari layout pemancangan tersebut, dapat diketahui jumlah titik pemancangan tiap zona, yaitu:

Zona 1 = 42 titik

Zona 2 = 28 titik

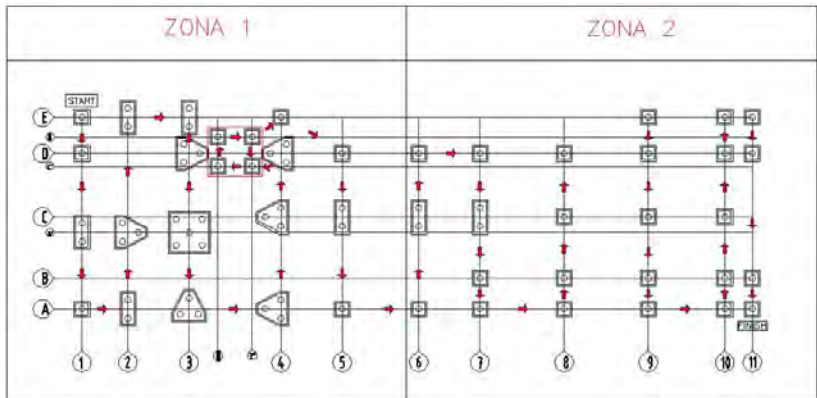
3.3.2 Pekerjaan Pile Cap

Pekerjaan pile cap yang dikerjakan pertama kali adalah pekerjaan penggalian pile cap yang menjadi tahap awal untuk mengerjakan struktur di atasnya. Setelah dilakukan pekerjaan penggalian, kemudian dilakukan pemotongan tiang pancang, kemudian pekerjaan urugan pasir dan lantai kerja. Untuk pekerjaan-pekerjaan tersebut, layout pelaksanaannya tertera pada gambar 2.2.



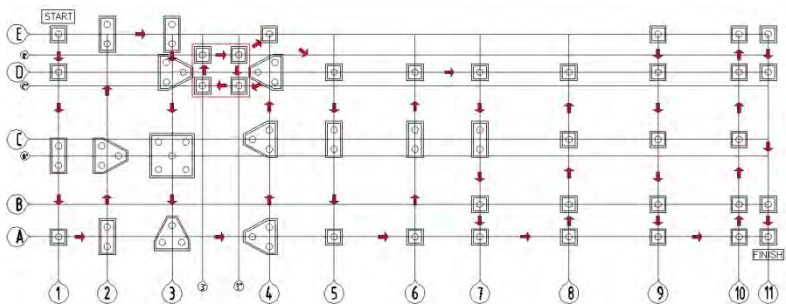
Gambar 3. 2 Layout pile cap

Setelah pekerjaan diatas, tahap selanjutnya adalah pekerjaan bekisting. Layout pekerjaan bekisting pile cap tertera pada gambar 2.3. Tiap pekerjaan pada pile cap dibagi menjadi dua zona, sama halnya pada pekerjaan pemancangan, yaitu zona 1 dimulai dari as 1-5, sedangkan zona 2 dimulai dari as 6-11.



Gambar 3. 3 Layout bekisting pile cap

Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pembesian pile cap. Pembesian yang dikerjakan bukan hanya besi pile cap namun juga besi yang mengait pada pembesian pile cap tersebut, yaitu besi pit lift dan kolom pendek. Setelah semua pembesian terpasang, selanjutnya dilakukan pekerjaan pengecoran pile cap. Layout pekerjaan pengecoran pile cap tersebut tertera pada gambar 3.4. Pada pekerjaan pengecoran tidak dibagi zona, sehingga pengecoran harus menunggu zona 1 dan zona 2 selesai.



Gambar 3. 4 Layout pengecoran pile cap

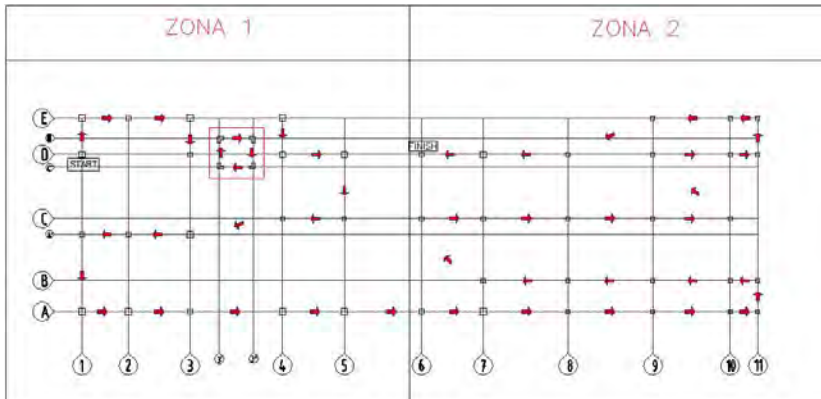
Dari layout tersebut, dapat diketahui jumlah tipe pile cap tiap zona, yaitu:

- Zona 1
 - PC1 = 6 buah
 - PC1-A = 4 buah
 - PC2 = 5 buah
 - PC3 = 6 buah
 - PC4 = 1 buah
- Zona 2
 - PC1 = 23 buah
 - PC2 = 2 buah

3.3.3 Pekerjaan Pit Lift dan Kolom Pendek

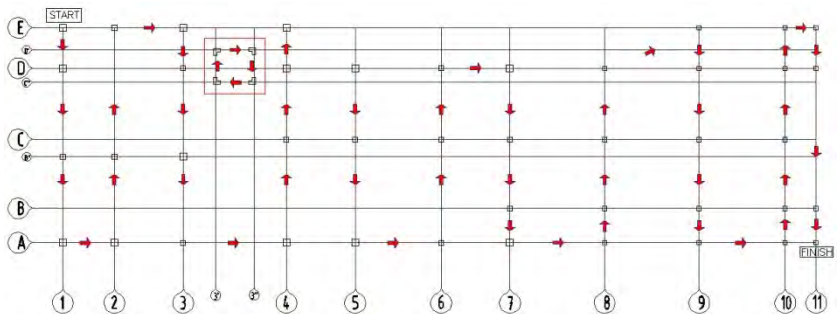
Pekerjaan pit lift yang pertama kali dilakukan adalah urugan dan lantai kerja. Pekerjaan itu dilaksanakan setelah pekerjaan bekisting pile cap selesai. Setelah itu barulah dilaksanakan pekerjaan pembesian pit lift, pekerjaan pembesian tersebut juga bisa dilaksanakan bersamaan dengan pembesian kolom pendek. Hal itu dilakukan karena pengecoran pile cap hanya dikerjakan setelah semua besi yang mengait pada besi pile cap telah terpasang.

Pekerjaan selanjutnya dari pit lift dan kolom pendek bisa dilaksanakan 3 hari setelah pekerjaan pengecoran pile cap selesai, dikarenakan agar tidak mengganggu besi dan kekuatan beton. Setelah 3 hari, barulah pekerjaan bekisting dari pit lift dan kolom pendek dilaksanakan. Layout dari pekerjaan-pekerjaan tersebut tertera pada gambar 3.5. Tiap pekerjaan pada kolom pendek dibagi menjadi dua zona, sama halnya pada pekerjaan pemancangan, yaitu zona 1 dimulai dari as 1-5, sedangkan zona 2 dimulai dari as 6-11.



Gambar 3. 5 Layout kolom pendek

Setelah bekisting selesai, barulah dilakukan pengecoran pit lift dan kolom pendek yang juga tidak dibagi zona, sehingga pengecoran hanya bisa dilakukan bila pekerjaan pada zona 1 dan zona 2 selesai. Layout pekerjaan pengecoran tertera pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Layout pengecoran pit lift dan kolom pendek

Dari layout tersebut, dapat diketahui jumlah tipe pit lift dan kolom, yaitu:

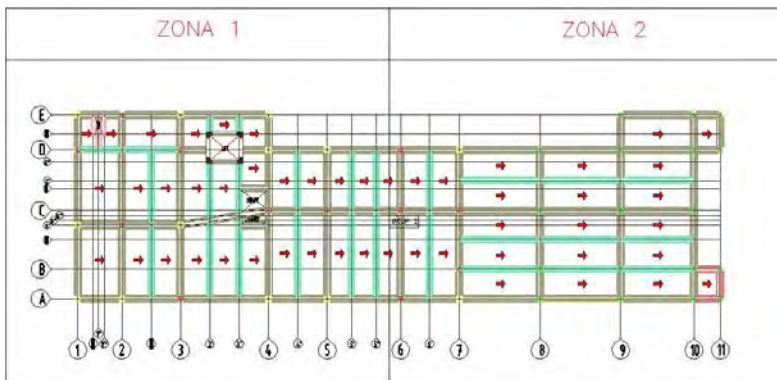
K1 = 18 buah

K2 = 12 buah

K3 = 13 buah
 Lift horizontal = 4 buah
 Lift vertikal = 4 buah

3.3.4 Pekerjaan Tie Beam dan Plat Lantai 1

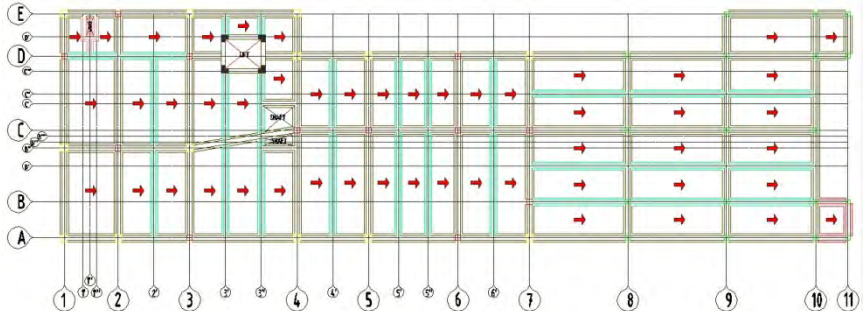
Pekerjaan awal pada pekerjaan tie beam dan plat lantai 1 adalah pekerjaan galian. Perbedaannya adalah, galian tie beam dikerjakan setelah pekerjaan urugan lahan. Sedangkan pada galian plat dikerjakan setelah bekisting tie beam. Setelah pekerjaan galian selesai, pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan urugan dan lantai kerja, baru setelah itu pekerjaan bekisting batu bata dan kemudian pembesian. Pembesian tie beam dan plat dapat dikerjakan bersamaan dikarenakan nantinya pengecorannya juga akan dikerjakan bersamaan, maka dari itu semua tulangan yang mengait pada kedua struktur tersebut harus sudah terpasang. Untuk layout pekerjaan tie beam dan plat lantai 1 tertera pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Layout tie beam dan plat lantai 1

Pada pekerjaan-pekerjaan diatas dibagi menjadi dua zona, sama halnya pada pekerjaan pemancangan, yaitu zona 1 dimulai dari as 1-5, sedangkan zona 2

dimulai dari as 6-11. Setelah pekerjaan-pekerjaan tersebut selesai barulah dilakukan pengecoran yang dilaksanakan bersamaan tanpa dibagi zona, seperti yang tertera pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Layout pengecoran tie beam dan plat lantai 1

3.3.5 Pekerjaan Kolom Struktur Atas

Kolom merupakan struktur batang vertikal yang memikul beban dari balok. Kolom yang terdapat pada gedung ini memiliki bentuk persegi dan terdiri dari 3 type, yaitu :

1. K1, dimensi : 25cm x 25cm
2. K2, dimensi : 30cm x 30cm
3. K3, dimensi : 40cm x 40cm

Komponen dari struktur kolom adalah besi beton dan beton. Tahapan pelaksanaan pada pekerjaan kolom ini yaitu terdiri dari pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran.

Pekerjaan awal yaitu pembesian. Pembesian yang digunakan pada gedung ini ada 2 macam, yaitu besi polos dan besi ulir. Dengan ketentuan, bila diameter $< 13\text{mm}$ menggunakan besi polos dan bila diameter $\geq 13\text{mm}$ maka

menggunakan besi ulir. Pelaksanaan pembesian kolom ini ada 2 macam, yaitu pabrikasi dan pemasangan. Pabrikasi dilaksanakan di lapangan, dimana kegiatan ini melaksanakan hal-hal seperti memotong dan membengkokkan tulangan berdasarkan dengan bestat yang telah dibuat sesuai pada gambar kerja. Memotong dan membengkokkan dilaksanakan menggunakan alat bantu mesin bar cutter dan bar bender. Setelah pabrikasi di lapangan selesai, selanjutnya besi-besi tersebut di bawa ke lokasi pemasangan. Kemudian pasang besi-besi tersebut sesuai dengan denah kolom yang ada.

Layout alur pembesian dari kolom dibedakan menjadi 2 zona untuk lantai 1 dan lantai 2, dengan tujuan membantu mempercepat proses pelaksanaan. Seperti yang tertera pada gambar 3.9 dan 3.10, pembagian zona pada lantai 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

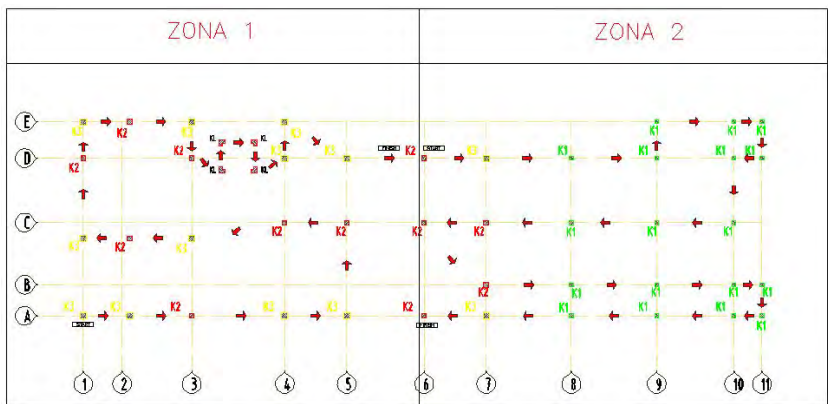
- Lantai 1
Zona 1
Start = As 1-A
Finish = As 5-D
- Lantai 2
Zona 1
Start = As 6-D
Finish = As 6-A

Setelah pekerjaan pada zona 1 selesai dapat dimulai pekerjaan bekisting kolom, dan begitu pula pada zona 2. Untuk pekerjaan kolom lantai 3 dan 4 tidak dibagi zona.

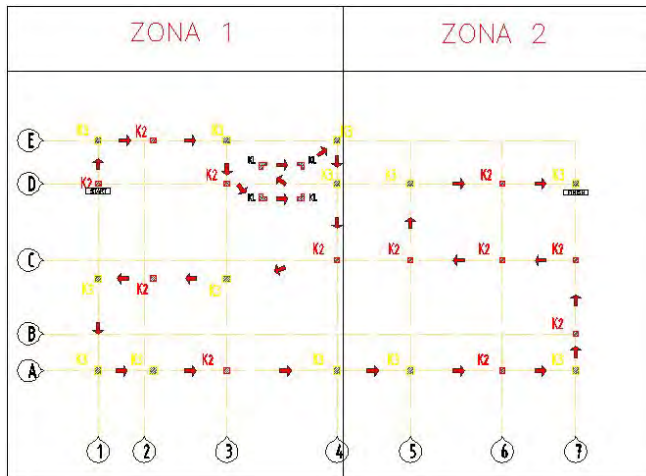
Pekerjaan bekisting kolom dapat dilakukan bila pekerjaan pembesian benar-benar telah selesai. Bekisting yang digunakan untuk kolom struktur atas ini adalah bekisting kayu. Tahapan pelaksanaan pekerjaan bekisting

kolom ini terdiri dari menyetel, memasang dan membongkar (setelah cor).

Awalnya, bersihkan terlebih dahulu daerah yang akan dipasang bekisting lalu beri tanda (untuk posisi bekisting). Lalu beri tanda untuk sepatu kolom, tempat akan diletakkannya bekisting. Setelah sepatu kolom terpasang, bekisting juga dapat dipasang. Namun sebelumnya, bekisting perlu dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel agar pada saat dicor dapat menghasilkan beton yang halus dan rapi. Bila semua telah terpasang, cek ketegakkan bekisting dengan menggunakan unting – unting. Bila sudah tegak, maka siap untuk dicor. Layout alur bekisting dari kolom sama seperti pekerjaan pembesian, begitu pula pembagian zonanya.



Gambar 3. 9 Layout pembesian dan bekisting kolom lantai 1



Gambar 3. 10 Layout pembesian dan bekisting kolom lantai 2



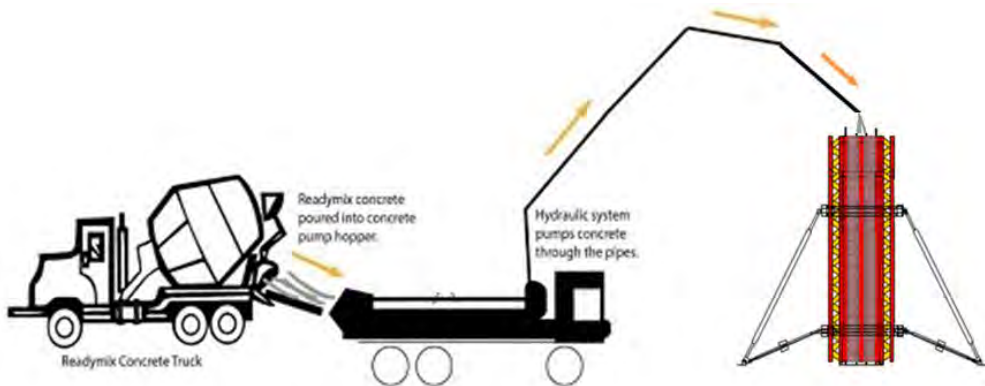
Gambar 3. 11 Layout pembesian dan bekisting kolom lantai 3 dan atap

Bila pekerjaan pembesian dan bekisting telah selesai, maka kolom akan siap untuk dicor. Pengecoran kolom ini

menggunakan beton ready mix dengan mutu K300 yang dipesan pada PT Varia Usaha Beton.

Jika pekerjaan pembesian dan bekisting pelaksanaannya dibedakan menjadi 2 macam zona, namun saat pengecoran pelaksanaannya dilaksanakan sekaligus atau hanya sekali (tidak dibagi zona). Ini dikarenakan untuk meminimalisir biaya yang akan dikeluarkan. Untuk memudahkan pelaksanaan pengecoran dibantu dengan alat berat concrete pump.

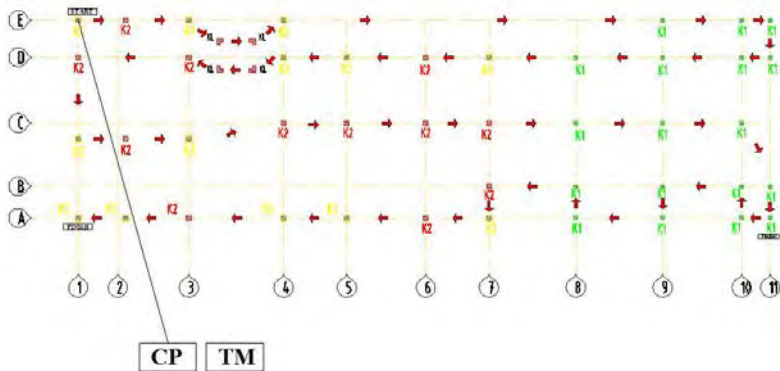
Sebelumnya beton ready mix dituangkan dari truk mixer ke concrete. Saat beton sudah masuk ke dalam concrete pump, beton tersebut dipompakan melalui pipa, dan pipa tersebut bergerak ke arah kolom – kolom yang akan dicor. Untuk mengetahui ilustrasi penuangan beton dari truk mixer hingga pengecoran pada kolom, dapat dilihat pada gambar 3.11.



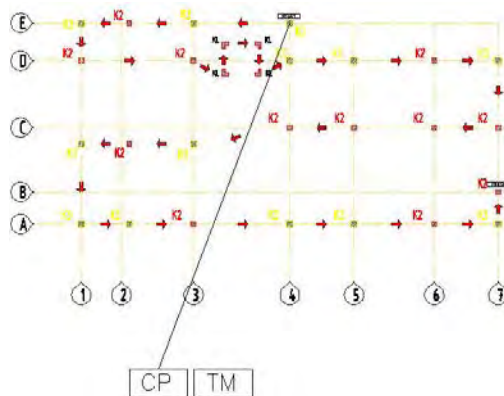
Gambar 3. 12 Ilustrasi Penuangan Beton dari Truk Mixer ke Kolom

Sumber: www.google.com

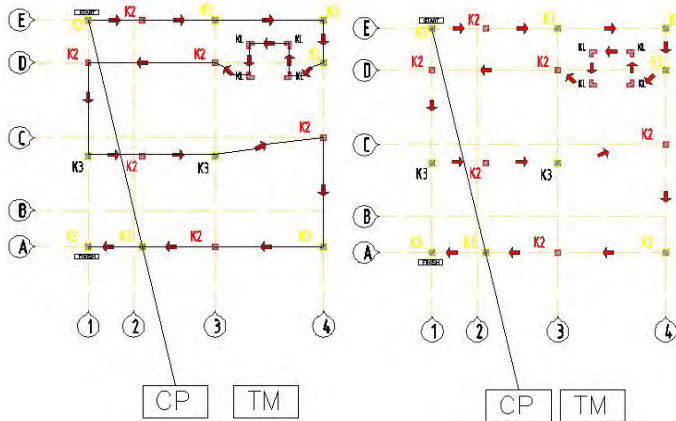
Layout pengecoran dari kolom tidak dibagi zona baik dari mulai lantai 1 sampai lantai 4. Untuk gambar layout tertera di bawah ini:



Gambar 3. 13 Layout Pengecoran Kolom Lantai 1

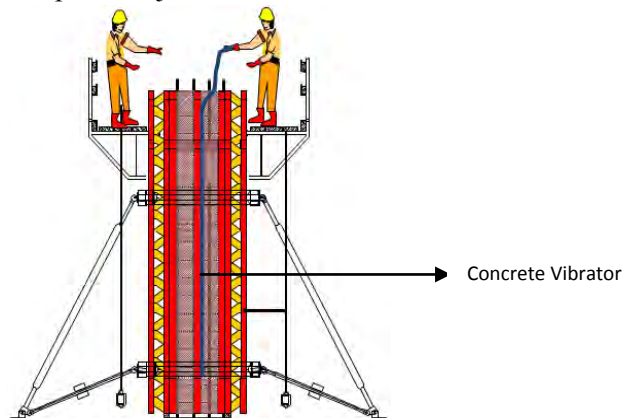


Gambar 3. 14 Layout Pengecoran Kolom Lantai 2



Gambar 3. 15 Layout Pengecoran Kolom Lantai 3 dan 4

Saat pengecoran, dibantu juga dengan alat concrete vibrator dengan fungsi agar beton tetap padat. Pelaksanaan dapat dikerjakan oleh buruh.



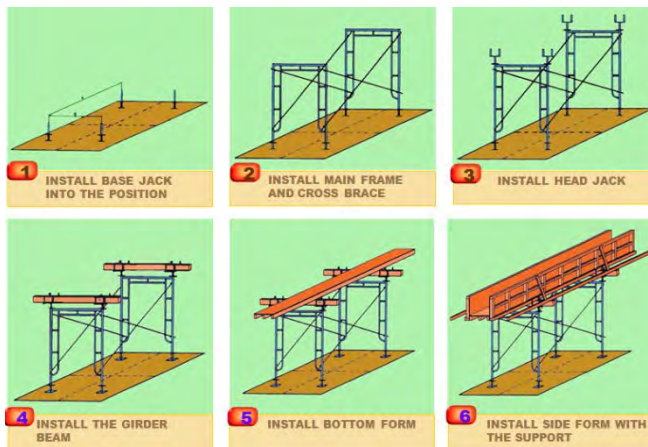
Gambar 3. 16 Pelaksanaan Pemadatan Beton dengan Concrete Vibrator

Sumber: www.google.com

3.3.6 Pekerjaan Balok dan Pelat Struktur Atas

Untuk struktur balok dan plat pelaksanaannya dilakukan secara bersamaan. Sama seperti kolom, komponen dari struktur balok dan pelat adalah besi beton dan beton. Tahapan pelaksanaan pada pekerjaan balok ini diawali dengan pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran.

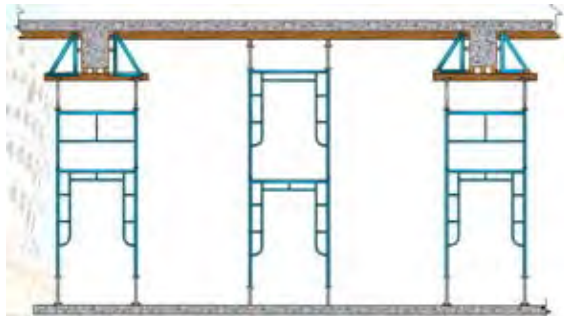
Pekerjaan diawali dengan pekerjaan bekisting. Pada pekerjaan bekisting balok dan pelat ini biasanya dilakukan pekerjaan perancah. Pekerjaan perancah berfungsi untuk memudahkan pelaksanaan dari bekisting itu sendiri. Pelaksanaan dari perancah yaitu menyusun komponen – komponen dari scaffolding. Awal mendirikan scaffolding dengan memasang base jack pada kakinya untuk mengatur ketinggian scaffolding. Setelah itu, pasang dan susun komponen scaffolding lainnya disesuaikan dengan tinggi dari masing – masing balok dan pelat itu sendiri dengan menggunakan main frame, dan perkuat dengan cross brace. Bila diperlukan untuk menyambung scaffolding, maka digunakan joint pin. Dan terakhir, pasang u head jack untuk menjepit girder.



Gambar 3. 17 Tahapan Pemasangan Scaffolding

Sumber : www.google.com

Bila kebutuhan scaffolding telah tersusun, selanjutnya pemasangan kayu bekistingnya. Di atas girder akan dipasang balok – balok suri dengan arah melintang yang nantinya di atas balok suri tersebut akan dipasang plywood sebagai alas dari balok. Bila alas telah terpasang, pasang dinding balok dan kunci dengan siku. Pelaksanaan bekisting kayu untuk pelat juga sama seperti balok. Di atas girder pada scaffolding pelat juga akan dipasang balok – balok suri yang di atasnya akan dipasang plywood sebagai alas pelat. Namun plywood – plywood pada pelat ini nanti dipasang serapat mungkin agar saat pengecoran tidak ada celah dan terjadi kebocoran.



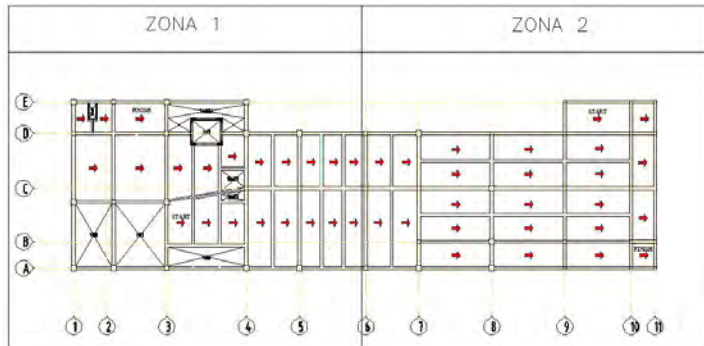
Gambar 3. 18 Pemasangan Perancah Balok dan Pelat

Sumber: www.google.com

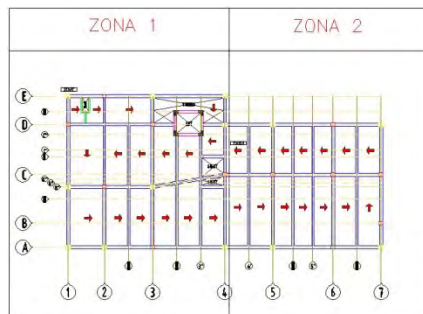
Pada bekisting balok dan pelat inipelaksanaannya dibagi menjadi 2 zona untuk lantai 2 dan 3, sedangkan pada lantai 3 dan 4 tidak dibagi zona. Seperti yang tertera

pada gambar 3.19 dan 3.20, pembagian zonapada lantai 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

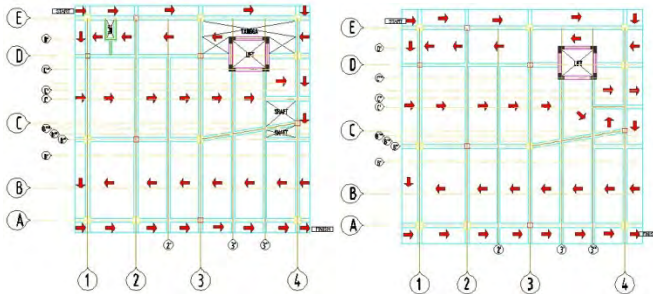
- Lantai 1
Zona 1
Start = As 4-E
Finish = As 6-A
- Lantai 2
Zona 1
Start = As 1-E
Finish = As 4-D



Gambar 3. 19 Layout bekisting dan pembesian balok dan plat lantai 2



Gambar 3. 20 Layout bekisting dan pembesian balok dan plat lantai 3



Gambar 3. 21 Layout bekisting dan pembesian balok dan plat lantai 4 dan atap

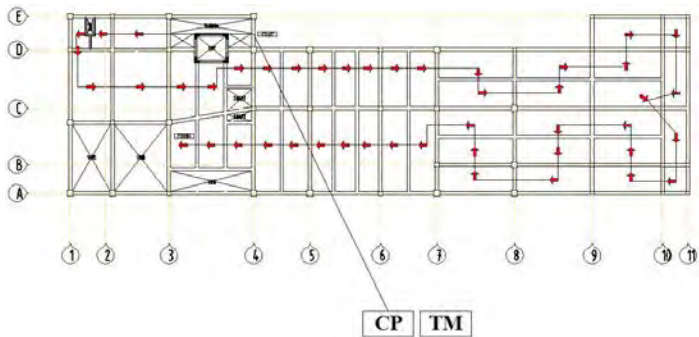
seperti kolom, pelaksanaan pembesian balok dan pelat ini ada 2 macam, yaitu pabrikan dan pemasangan. Pabrikan dilaksanakan di lapangan, dimana kegiatan ini melaksanakan hal-hal seperti memotong dan membengkokkan tulangan berdasarkan dengan bestat yang telah dibuat sesuai pada gambar kerja. Setelah pabrikan di lapangan selesai, selanjutnya besi-besi tersebut di bawa ke lokasi pemasangan.

Pertama, melaksanakan pembesian balok terlebih dahulu. Besi – besi yang telah dibawa ke lokasi kemudian di letakkan di atas bekisting balok dan ujung besi balok dimasukkan ke kolom. Pasang beton decking untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok. Hal yang sama juga terjadi pada saat pembesian pelat. Bila pembesian balok telah berjalan beberapa hari, pembesian pelat dapat dimulai. Besi-besi untuk pelat yang telah dibawa ke lokasi diletakkan di atas bekisting pelat. Karena tulangan pada pelat ini terdiri dari tulangan atas

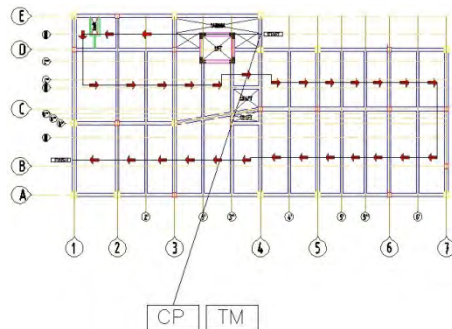
dan bawah, maka tulangan bawah dipasang terlebih dahulu. Dan yang terakhir yaitu meletakkan beton decking antara tulangan bawah pelat dan bekisting alas pelat.

Untuk pelaksanaan pengecoran balok dan pelat, digunakan concrete pump yang akan menyalurkan beton ready mix. Sebelum melakukan pengecoran, terlebih dahulu membersihkan area yang akan dicor agar pengecoran berjalan dengan lancar. Saat truck mixer tiba, tuangkan beton ready mix ke dalam suatu wadah untuk dilakukan tes uji slump. Dalam perencanaan pembangunan ini diasumsikan nilai slump sesuai dengan persyaratan. Bila uji slump telah sesuai dengan persyaratan, selanjutnya beton ready mix dari truck mixer tersebut akan dituangkan ke concrete pump, yang nantinya beton akan dipompa menuju lokasi pengecoran melalui pipa-pipa yang disambung. Pengecoran balok dilaksanakan terlebih dahulu kemudian pelat. Pengecoran dilaksanakan secara merata dan selapis demi selapis dimana secara bersamaan setiap lapis tersebut juga dipadatkan dengan bantuan alat concrete vibrator. Bila beton telah terisi semua langkah terakhir yaitu meratakan cor-coran tersebut dengan kayu perata.

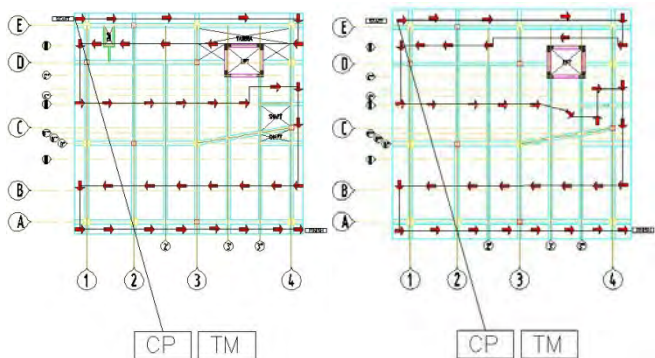
Layout pengecoran dari balok dan plat tidak dibagi zona baik dari mulai lantai 1 sampai lantai 4. Untuk gambar layout tertera di bawah ini:



Gambar 3. 22 Layout pengecoran balok dan plat lantai 2



Gambar 3. 23 Layout pengecoran balok dan plat lantai 3



Gambar 3. 24 Layout pengecoran balok dan plat lantai 4 dan atap

3.3.7 Pekerjaan Tangga

Sama seperti pekerjaan sebelumnya, pelaksanaan pembesian tangga ini ada 2 macam, yaitu pabrikasi dan pemasangan. Pabrikasi dilaksanakan di lapangan, dimana kegiatan ini melaksanakan hal – hal seperti memotong dan membengkokkan tulangan berdasarkan dengan bestat yang telah dibuat sesuai pada gambar kerja. Memotong dan membengkokkan dilaksanakan menggunakan alat bantu mesin bar cutter dan bar bender. Setelah pabrikasi di lapangan selesai, selanjutnya besi – besi tersebut di bawa ke lokasi pemasangan.

Pembesian sudah terpasang, untuk pekerjaan selanjutnya yaitu membuat marking untuk dipasang bekisting. Untuk memudahkan pekerjaan bekisting tangga, digunakan alat bantu scaffolding. Pasang scaffolding sesuai dengan kebutuhan tinggi tangga. Lalu cek kekuatan dari scaffolding tersebut. Bila scaffolding dan bekisting telah terpasang dan siap untuk dicor, maka pengecoran sudah dapat dimulai.

Pelaksanaan pengecoran tangga pada bangunan ini dilaksanakan menggunakan bucket dikarenakan volumenya yang kecil. Tuang beton ke dalam bekisting tangga dengan perlahan – lahan menggunakan tremie untuk mencegah teralu tinggi jarak jatuhnya. Getarkan beton dengan concrete vibrator, agar beton tetap padat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

PERHITUNGAN VOLUME, DURASI, BIAYA DAN NETWORK PLANNING

4.1 Pekerjaan Uitzet

Dari pengukuran yang telah dilakukan, maka didapatkan data sebagai berikut :

- Panjang lahan = 60 meter
- Lebar lahan = 35 meter
- Panjang bangunan = 43,8 meter
- Lebar bangunan = 12,5 meter

4.1.1 Perhitungan Volume

- Polygon
Perhitungan volume polygon ini terdiri dari pengukuran polygon terhadap lahan, serta pengukuran polygon terhadap bangunan. Dari pengukuran yang ada, didapat jarak - jarak sebagai berikut :

- Pengukuran Polygon terhadap Lahan

BM – TBM1	=23m
BM – TBM2	= 28m
TBM2 – TBM3	= 73m
TBM2 – TBM2-B	= 10m
TBM2 – BM	= 29m
TBM3 – TBM4	= 51m
TBM3 – TBM3-C	= 10m
TBM3 – TBM2	= 73m
TBM4 – TBM1	= 73m
TBM4 – TBM4-D	= 10m
TBM4 – TBM1	= 73m
TBM1 – BM	= 23m
TBM1 – TBM1-A	= 10m

Total jarak polygon = 486m

- Pengukuran Polygon terhadap Bangunan

BM – TBM1 = 23m

BM – TBM2 = 28m

TBM2 – TBM3 = 73m

TBM2 – TBM2-B' = 16m

TBM2 – BM = 29m

TBM3 – TBM4 = 51m

TBM3 – TBM3-C' = 20m

TBM3 – TBM2 = 73m

TBM4 – TBM1 = 73m

TBM4 – TBM4-D' = 27m

TBM4 – TBM1 = 73m

TBM1 – BM = 23m

TBM1 – TBM1-A' = 24m

Total jarak polygon = 533m

Karena jarak – jarak untuk rangka polygon lahan dan bangunan telah diketahui, maka volume polygon dapat dihitung.

$$\begin{aligned}\text{Volume polygon} &= \text{total jarak polygon lahan} + \text{total} \\ &\quad \text{jarak polygon bangunan} \\ &= 486\text{m} + 533\text{m} \\ &= 1019\text{m} \\ &= 1,02\text{km}\end{aligned}$$

- Pengeplotan

Jarak – jarak dari setiap rangka polygon sudah diketahui, sehingga dapat ditentukan panjang dan lebar untuk lahan serta bangunan. Dimana panjang dan lebar itu nantinya

digunakan untuk perhitungan pengeplotan luas lahan dan luas bangunan.

- Lahan
 - Panjang = 60m
 - Lebar = 35 m
 - Luas = $60\text{m} \times 35\text{m}$
 - = 2100m^2
 - = 0,21ha
- Bangunan
 - Panjang = 43,8m
 - Lebar = 12,5m
 - Luas = $43,8\text{m} \times 12,5\text{m}$
 - = $547,5\text{m}^2$
 - = 0,055ha

4.1.2 Rencana Grup Kerja

- Jumlah grup kerja = 1 grup (1 surveyor, 2 asisten surveyor, 2 tukang patok, 1 tukang gambar)

4.1.3 Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan ini terdiri dari durasi pengukuran dan pengeplotan

- Pengukuran Polygon
 - Durasi = $\frac{\text{volume polygon}}{\text{Kapasitas Produksi}}$: jumlah grup
 - = $\frac{1,02\text{km}}{\frac{1,5\text{km}}{\text{regu}}/\text{hari}}$: 1 grup
 - = 0,68 hari
- Pengeplotan
 - Lahan = $\frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$: jumlah grup
 - = $\frac{0,21\text{ha}}{\frac{20\text{ha}}{\text{orang}}/\text{hari}}$: 1 orang
 - = 0,011 hari

$$\begin{aligned}
 - \text{ Bangunan} &= \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Kapasitas Produksi}} : \text{jumlah grup} \\
 &= \frac{0,055 \text{ ha}}{\frac{20 \text{ ha}}{\text{orang}} / \text{hari}} : 1 \text{ orang} \\
 &= 0,003 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 0,68 \text{ hari} + 0,011 \text{ hari} + 0,003 \text{ hari} \\
 &= 0,694 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.1.4 Perhitungan Biaya

- Alat
 - Theodolit = jumlah alat x durasi x harga sewa
 = 1 x 1 Rp 329.175,00
 = Rp 329.175,00
- Upah
 - Surveyor = jml. surveyor x durasi x harga upah
 = 1 x 1 x Rp 100.000,00
 = Rp 100.000,00
 - Ass Surveyor = jml. ass surveyor x durasi x harga upah
 = 2 x 1 x Rp 70.000,00
 = Rp 140.000,00
 - Tk. Pasang Patok = jml. tukang x durasi x harga upah
 = 2 x 1 x Rp 85.000,00
 = Rp 170.000,00
 - Tk. Gambar = jml. tukang x durasi x harga upah
 = 1 x 1 x Rp 85.000,00
 = Rp 85.000,00
 - Total = Alat + Upah
 = Rp 824.175,00

4.2 Pekerjaan Pemagaran

Pekerjaan pemagaran dapat direncanakan setelah mendapatkan data dari pekerjaan uitzet berupa panjang dan lebar lahan, dimana panjang lahan yaitu 60 meter dan

lebar lahan yaitu 35 meter, sehingga didapatkan data perencanaan:

- Keliling lahan = 190 m
- Tinggi Pagar = 2 m
- Jarak antar tiang = 1,8 m
- Ukuran tiang vert. = 0,05 m x 0,07 m
- Ukuran tiang hor. = 0,05 m x 0,07 m
- Ukuran seng = 0,8 m x 1,8 m

4.2.1 Perhitungan Volume

Berikut ini akan dibahas tentang kebutuhan bahan yang diperlukan untuk pekerjaan pemagaran, yaitu kebutuhan tiang kayu vertikal, horizontal, dan kebutuhan seng sebagai material penutup lahan.

- Jumlah tiang vertikal = $\frac{\text{keliling lahan}}{\text{jarak antar tiang}}$
 $= \frac{190\text{m}}{1,8\text{m}}$
 $= 95 \text{ buah}$
- Vol. tiang vertikal = $0,05\text{m} \times 0,07\text{m} \times 2\text{m} \times 106$
 $= 0,74\text{m}^3$
- Vol. tiang horizontal = $0,05\text{m} \times 0,07\text{m} \times 190\text{m} \times 3$
 $= 2\text{m}^3$
- Vol. seng = $2\text{m} \times 190\text{m}$
 $= 380\text{m}^2$

Karena ukuran seng 0,8m x 1,8m sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Vol. seng} &= \frac{380\text{m}^2}{(0,8\text{m} \times 1,8\text{m})} \\ &= 264 \text{ lembar} \end{aligned}$$

4.2.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang kayu)

- Keperluan mandor $= \frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari $= 8$ jam

4.2.3 Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan ini yaitu durasi pemasangan, baik pada tiang vertikal, tiang horizontal dan seng. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Tiang vertikal $= (\text{vol. tiang vert} \times \text{kapasitas prod.}) : \text{jumlah grup}$
 $= (0,74\text{m}^3 \times \frac{20\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$
 $= 2,087 \text{ jam}$
 - Tiang horizontal $= (\text{vol. tiang hor} \times \text{kapasitas prod.}) : \text{jumlah grup}$
 $= (2\text{m}^3 \times \frac{33,5\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$
 $= 9,44 \text{ jam}$
 - Seng $= (\text{vol. seng} \times \text{kapasitas prod.}) : \text{jumlah grup}$
 $= (380\text{m}^2 \times \frac{2,59\text{jam}}{10\text{m}^2}) : 3 \text{ grup}$
 $= 32,8 \text{ jam}$
- Total durasi $= 2,087 \text{ jam} + 9,44 \text{ jam} + 32,8 \text{ jam}$
 $= 44,334 \text{ jam}$
 $= 5,54 \text{ hari} \approx 6 \text{ hari}$

4.2.4 Perhitungan Biaya

- Material
 - Tiang vertikal $= \text{volume tiang} \times \text{harga material}$
 $= 0,74\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 $= \text{Rp } 2.960.000,00$
 - Tiang horizontal $= \text{volume tiang} \times \text{harga material}$
 $= 2\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 $= \text{Rp } 8.000.000,00$
 - Seng $= \text{volume seng} \times \text{harga material}$
 $= 264 \text{ lembar} \times \text{Rp } 45.625,00$

$$= \text{Rp } 12.045.000,00$$

- Upah
 - Mandor = jml mandor x durasi x harga upah
 $= 0,15 \times 6 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 90.000,00$
 - Tukang kayu = jml tukang kayu x durasi x harga upah
 $= 3 \times 6 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 1.530.000,00$
 - Total = Material + Upah
 $= \text{Rp } 24.625.000,00$

4.3 Pekerjaan Direksi Keet

Direksi keet yang akan dikerjakan pada proyek ini direncanakan dengan panjang 6 meter, lebar 3 meter, dan tinggi 3 meter sehingga didapatkan sketsa perencanaan seperti yang tertera pada gambar 2.4, 2.5, dan 2.6, dengan demikian maka didapatkan data perencanaan sebagai berikut:

- Keliling direksi keet = 18 m
- Jarak antar tiang = 1,22 m
- Panjang kuda-kuda = 7 m
- Jumlah kuda-kuda = 3 buah
- Panjang gording = 3 m
- Luasan atap = $11,41 \text{ m}^2$
- Ukuran tiang vertikal = $0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m}$
- Ukuran lapis triplek = $1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m}$
- Ukuran kuda-kuda = $0,08 \text{ m} \times 0,12 \text{ m}$
- Ukuran gording = $0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m}$
- Ukuran seng = $0,8 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}$
- Ukuran tiang horizontal = $0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m}$

4.3.1 Perhitungan Volume

Volume yang akan dihitung berikut ini adalah volume kebutuhan bahan dari komponen-komponen yang digunakan untuk membangun direksi keet, baik dari tiang

(kayu) vertikal dan horizontal, triplek, dan seng yang digunakan sebagai atap direksi keet. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Vol. tiang vertikal $= 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 15$
 $= 0,155 \text{ m}^3$
- Vol. tiang horizontal $= 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 3$
 $= 0,189 \text{ m}^3$
- Vol. lapis triplek $= 18 \text{ m} \times 3 \text{ m}$
 $= 54 \text{ m}^2$

Karena ukuran triplek 1,22 m x 2,44 m sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Vol. lapis triplek} &= \frac{54 \text{ m}^2}{(1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m})} \\ &= 19 \text{ lembar} \end{aligned}$$

- Vol. kuda-kuda $= 0,08 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 3$
 $= 0,202 \text{ m}^3$
- Vol. gording $= 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 10$
 $= 0,105 \text{ m}^3$
- Vol. penutup atap seng $= 2 \times 1,775 \text{ m} \times 6,5 \text{ m}$
 $= 22,815 \text{ m}^2$

Karena ukuran seng 0,8 m x 1,5 m sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Vol. seng} &= \frac{22,815 \text{ m}^2}{(0,8 \text{ m} \times 1,8 \text{ m})} \\ &= 16 \text{ lembar} \end{aligned}$$

4.3.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.3.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja $= 3 \text{ grup (3 tukang kayu)}$
- Keperluan mandor $= \frac{3}{20} = 0,15 \text{ mandor}$
- Jam kerja 1 hari $= 8 \text{ jam}$

4.3.3 Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan ini adalah durasi pemasangan, yaitu pada tiang vertikal, tiang horizontal,

lapis triplek, kuda-kuda, gording dan seng. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Tiang vertikal = (vol. tiang vert x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,155\text{m}^3 \times \frac{20\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3\text{grup}$$

$$= 0,438 \text{ jam}$$
 - Tiang horizontal = (vol. tiang hor. x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,189\text{m}^3 \times \frac{33,5\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,894 \text{ jam}$$
 - Lapis triplek = (vol. lapis triplek x kapasitas prod)
: jumlah grup

$$= (54\text{m}^2 \times \frac{2,32\text{jam}}{10\text{m}^2}) : 3\text{grup}$$

$$= 4,176 \text{ jam}$$
 - Kuda-kuda = (vol. kuda-kuda x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,202\text{m}^3 \times \frac{45\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 1,283 \text{ jam}$$
 - Gording = (vol. gording x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,105\text{m}^3 \times \frac{27,5\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,408 \text{ jam}$$
 - Seng = (vol. seng x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (22,815\text{m}^2 \times \frac{2,7\text{jam}}{10\text{m}^2}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 2,053 \text{ jam}$$
- Total durasi
- $$= 0,438 \text{ jam} + 0,894 \text{ jam} + 4,176 \text{ jam} + 1,283 \text{ jam} + 0,408 \text{ jam} + 2,053 \text{ jam}$$
- $$= 9,252 \text{ jam}$$
- $$= 1,15 \text{ hari} \approx 2 \text{ hari}$$

4.3.4 Perhitungan Biaya

- Material
 - Tiang vertikal = volume x harga material
 = $0,155\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 = Rp 620.000,00
 - Tiang horizontal = volume x harga material
 = $0,189\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 = Rp 756.000,00
 - Lapis triplek = volume x harga material
 = 19 lembar x Rp 55.000,00
 = Rp 1.045.000,00
 - Kuda-kuda = volume x harga material
 = $0,202\text{m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00$
 = Rp 731.745,00
 - Gording = volume x harga material
 = $0,105\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 = Rp 420.000,00
 - Seng = volume x harga material
 = 16 lembar x Rp 45.625,00
 = Rp 730.000,00
- Upah
 - Mandor = jml mandor x durasi x harga upah
 = $0,15 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$
 = Rp 30.000,00
 - Tukang kayu = jml tukang kayu x durasi x harga upah
 = $3 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$
 = Rp 510.000,00
 - Total = Material + Upah
 = Rp 4.842.745,00

4.4 Pekerjaan Gudang Material

Sama halnya seperti pekerjaan direksi keet, pekerjaan gudang material direncanakan dengan panjang 7 meter, lebar 3 meter, dan tinggi 3 meter. Sketsa

perencanaan pekerjaan gudang material tertera pada gambar 2.7, 2.8, dan 2.9, sehingga didapatkan data perencanaan:

- Panjang gudang = 7 m
- Lebar gudang = 3 m
- Tinggi gudang = 3 m
- Keliling gudang = 20 m
- Jarak antar tiang = 1,22 m
- Panjang kuda-kuda = 7 m
- Jumlah kuda-kuda = 3 buah
- Panjang gording = 3,5m
- Luasan atap = 13,2 m²
- Ukuran tiang vertikal = 0,05 m x 0,07 m
- Ukuran lapis triplek = 1,22 m x 2,44 m
- Ukuran kuda-kuda = 0,08 m x 0,12 m
- Ukuran gording = 0,05 m x 0,07 m
- Ukuran seng = 0,8 m x 1,8 m
- Ukuran tiang horizontal = 0,05 m x 0,07 m

4.4.1 Perhitungan Volume

Volume yang akan dihitung berikut ini adalah volume kebutuhan bahan dari komponen-komponen yang digunakan untuk membangun gudang material, baik dari tiang (kayu) vertikal dan horizontal, triplek, dan seng yang digunakan sebagai atap gudang material. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Vol. tiang vertikal = 0,05m x 0,07m x 3m x 17
= 0,179m³
- Vol. tiang horizontal = 0,05m x 0,07m x 20m x 3
= 0,21m³
- Vol. lapis triplek = 20m x 3m
= 60m²

Karena ukuran triplek 1,22m x 2,44m sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. lapis triplek} &= \frac{60\text{m}^2}{(1,22\text{m} \times 2,44\text{m})} \\
 &= 21 \text{ lembar} \\
 \bullet \text{ Vol. kuda-kuda} &= 0,08\text{m} \times 0,12\text{m} \times 7\text{m} \times 3 \\
 &= 0,404\text{m}^3 \\
 \bullet \text{ Vol. gording} &= 0,05\text{m} \times 0,07\text{m} \times 3,5\text{m} \times 10 \\
 &= 0,123\text{m}^3 \\
 \bullet \text{ Vol. penutup atap seng} &= 2 \times 1,755\text{m} \times 7,5\text{m} \\
 &= 26,325\text{m}^2 \\
 \text{Karena ukuran seng } 0,8\text{m} \times 1,5\text{m} \text{ sehingga :} \\
 \text{Vol. seng} &= \frac{26,325\text{m}^2}{(0,8\text{m} \times 1,8\text{m})} \\
 &= 19 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

4.4.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.4.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.4.3 Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan ini adalah durasi pemasangan, yaitu pada tiang vertikal, tiang horizontal, lapis triplek, kuda-kuda, gording dan seng. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Tiang vertikal = (vol. tiang vert x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,179\text{m}^3 \times \frac{20\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,504 \text{ jam}$$
- Tiang horizontal = (vol. tiang hor. x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$= (0,21\text{m}^3 \times \frac{33,5\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

- Lapis triplek

$$= 0,994 \text{ jam}$$

$$= (\text{vol. lapis triplek} \times \text{kapasitas prod})$$

$$: \text{jumlah grup}$$

$$= (60\text{m}^2 \times \frac{2,32\text{jam}}{10\text{m}^2}) : 3\text{grup}$$

$$= 4,64 \text{ jam}$$
 - Kuda-kuda

$$= (\text{vol. kuda-kuda} \times \text{kapasitas prod}) :$$

$$\text{jumlah grup}$$

$$= (0,404\text{m}^3 \times \frac{45\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 2,566 \text{ jam}$$
 - Gording

$$= (\text{vol. gording} \times \text{kapasitas prod})$$

$$: \text{jumlah grup}$$

$$= (0,123\text{m}^3 \times \frac{27,5\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,476 \text{ jam}$$
 - Seng

$$= (\text{vol. seng} \times \text{kapasitas prod}) :$$

$$\text{jumlah grup}$$

$$= (26,325\text{m}^2 \times \frac{2,7\text{jam}}{10\text{m}^2}) : 3 \text{ grup}$$

$$= 2,369 \text{ jam}$$
- Total durasi

$$= 0,504 \text{ jam} + 0,994 \text{ jam} + 4,64 \text{ jam}$$

$$+ 2,566 \text{ jam} + 0,476 \text{ jam} + 2,369$$

$$\text{jam}$$

$$= 11,549 \text{ jam}$$

$$= 1,44 \text{ hari}$$

$$= 2 \text{ hari}$$

4.4.4 Perhitungan Biaya

- Material
 - Tiang vertikal

$$= \text{volume} \times \text{harga material}$$

$$= 0,179\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$$

$$= \text{Rp } 716.000,00$$
 - Tiang horizontal

$$= \text{volume} \times \text{harga material}$$

$$= 0,21\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$$

$$= \text{Rp } 840.000,00$$
 - Lapis triplek

$$= \text{volume} \times \text{harga material}$$

	= 21lembar x Rp 55.000,00
	= Rp 1.155.000,00
Kuda-kuda	= volume x harga material
	= $0,404\text{m}^3$ x Rp 3.622.500,00
	= Rp 1.463.490,00
Gording	= volume x harga material
	= $0,123\text{m}^3$ x Rp 4.000.000,00
	= Rp 492.000,00
Seng	= volume x harga material
	= 19 lembar x Rp 45.625,00
	= Rp 866.875,00
• Upah	
Mandor	= jml mandor x durasi x harga upah
	= $0,15 \times 2 \times$ Rp 100.000,00
	= Rp 30.000,00
Tukang kayu	= jml tukang kayu x durasi x harga upah
	= $3 \times 2 \times$ Rp 85.000,00
	= Rp 510.000,00
Total	= Material + Upah
	= Rp 6.073.365,00

4.5 Pekerjaan Bowplank

Bowplank adalah paton sementara yang direncanakan untuk diletakkan 2 meter dari bangunan. Bowplank terbuat dari papan yang dipakukan pada kayu yang tertanam pada tanah. Perencanaan pekerjaan bowplank tertera pada gambar 2.10 dan 2.11 dan didapatkan data sebagai berikut:

- Panjang bangunan = 43,8 m
- Lebar bangunan = 12,5 m
- Panjang bouwplank = 47,8 m
- Lebar bouwplank = 16,5 m
- Keliling bowplank = 129 m
- Panjang tiang = 0,5 m

- Jarak antar tiang = 3 m
- Ukuran tiang = 0,05 m x 0,07 m
- Ukuran papan = 0,02 m x 0,2 m

4.5.1 Perhitungan Volume

Volume yang akan dihitung berikut ini adalah volume kebutuhan bahan dari komponen-komponen yang digunakan untuk membuat bowplank, baik dari tiang (kayu) vertikal dan papan. Berikut ini adalah perhitungannya sesuai rumus (2.16) dan (2.31):

- Vol. papan = $0,02 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 129 \text{ m}$
= $0,514 \text{ m}^3$
- Vol. tiang vertikal = $0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 43$
= $0,075 \text{ m}^3$

4.5.2 Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.5.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

4.5.3 Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan ini adalah durasi pemasangan, yaitu pada tiang vertikal dan pemasangan papan. Berikut ini adalah perhitungannya yang sesuai rumus (2.60) dan (2.61):

- Tiang vertikal = (vol. tiang vert x kapasitas prod) :
jumlah grup
= $(0,075 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}) : 3 \text{ grup}$
= 0,212 jam
- Papan = (vol. papan x kapasitas prod) :
jumlah grup

$$\begin{aligned}
 &= (0,514\text{m}^3 \times \frac{20\text{jam}}{2,36\text{m}^3}) : 3 \text{ grup} \\
 &= 1,453 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} &= 0,212 \text{ jam} + 1,453 \text{ jam} \\
 &= 1,665 \text{ jam} \\
 &= 0,21 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4.5.4 Perhitungan Biaya

- Material
 - Papan = volume x harga material
 $= 0,514\text{m}^3 \times \text{Rp } 2.495.500,00$
 $= \text{Rp } 1.282.687,00$
 - Tiang vertikal = volume x harga material
 $= 0,075\text{m}^3 \times \text{Rp } 4.000.000,00$
 $= \text{Rp } 300.000,00$
- Upah
 - Mandor = jml mandor x durasi x harga upah
 $= 0,15 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 15.000,00$
 - Tukang kayu = jml tukang kayu x durasi x harga upah
 $= 3 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 255.000,00$
 - Total = Material + Upah
 $= \text{Rp } 1.852.687,00$

4.6 Pekerjaan Urugan

4.6.1 Urugan Lahan

Pekerjaan urugan yang pertama kali dikerjakan adalah urugan lahan. Urugan lahan ini adalah setinggi 0,85 meter (elevasi tanah existing +5,312 meter sampai elevasi +6,162 meter). Gambar detail tinggi pekerjaan urugan lahan tertera pada gambar 2.13.

- **Perhitungan Volume**

Dengan panjang lahan yaitu 60 meter dan lebar lahan yaitu 35 meter, maka perhitungan volume urugan lahan sesuai dengan rumus (2.33) dan (2.34) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi urugan} &= 0,85 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= \text{luas lahan} \times \text{tinggi urugan} \\
 &= (60 \text{ m} \times 35 \text{ m}) \times 0,85 \text{ m} \\
 &= 1785 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pasir urug} &= \frac{\text{volume}}{\text{faktor kondisi tanah}} \\
 &= \frac{1785 \text{ m}^3}{0,8} \\
 &= 2231,25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Durasi**

Perhitungan durasi pada urugan lahan menggunakan alat berat yang dipilih sesuai dengan kebutuhannya. Berikut ini adalah perhitungan durasinya:

Menggunakan alat berat Drum Roller Komatsu S6D102E dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Spesifikasi Vibration Roller

VIBRATION ROLLER 700DSCA		
Weight	kg	730
Dimensions		
Height	mm	1170
Width	mm	692
Length	mm	2670
Drum Size		
Diameter	mm	406
Width	mm	650
Vibrating Frequency	Hz	55

Centrifugal Force	kN	23,5
Travelling Speed	km/h	0 - 3
Water Tank	liters	40

Sumber:

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar efektif roller (W)} &= 0,65 \text{ m} \\
 \text{Tebal tiap lapis} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan operasi (V)} &= 25 \text{ m/menit} \\
 \text{Tinggi urugan (H)} &= 0,85 \text{ m} \\
 \text{Volume setelah dipadatkan} &= 2231,25 \text{ m}^3 \\
 \text{Kap. Produksi (Q)} &= \frac{W \times V \times H \times E_k}{N} \\
 &= \frac{0,65 \text{ m} \times 25 \text{ m/menit} \times 0,85 \text{ m} \times 0,75}{(0,85 \text{ m} \div 0,1 \text{ m})} \\
 &= 1,219 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume setelah dipadatkan}}{Q} \\
 &= \frac{2231,25 \text{ m}^3}{1,219 \text{ m}^3/\text{menit}} \\
 &= 1830,769 \text{ menit} = 30,513 \text{ jam} \\
 &= 4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Ek adalah faktor efisiensi kerja

• Perhitungan Biaya

- Biaya material
Pasir urug = volume x Rp 54.000,00/m³
= 2231,25 m³ x Rp 54.000,00
= Rp 120.487.500,00
- Biaya sewa alat
1 vibration roller = durasi x Rp 170.000/jam
= 18 jam x Rp 170.000/jam
= Rp 3.060.000,00
- Biaya upah
Operator = jumlah operator x total durasi
Rp 82.500,00

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ org} \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp } 82.500,00 \\
 &= \text{Rp } 330.000,00 \\
 - \text{ Total} &= \text{biaya material} + \text{sewa alat} + \text{upah} \\
 &= \text{Rp } 123.877.500,00
 \end{aligned}$$

Sedangkan urugan di bawah lantai kerja pada struktur bawah adalah setinggi 10 cm. Gambar detail urugan tertera pada gambar 2.12. Berikut ini adalah perhitungan volume urugan di bawah lantai kerja:

4.6.2 Urugan Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

Berikut ini akan dibahas perhitungan volume urugan pile cap berdasarkan typenya. Kemudian volume pile cap per type tersebut akan dikalikan dengan jumlah pile cap per zona sehingga dihasilkan volume urugan pile cap total tiap zona. Gambar detail urugan pile cap tertera pada gambar 2.1. Perhitungan volume urugan ini memakai rumus (2.43), (2.44), dan (2.45).

- PC1 (berbentuk persegi)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi urugan} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\
 \text{Panjang sisi} &= 0,8 \text{ m} \\
 \text{Volume urugan} &= (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \\
 &= (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2 \times 0,1 \text{ m} \\
 &= 0,104 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$
- PC-1A (berbentuk persegi)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi urugan} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\
 \text{Panjang sisi} &= 0,8 \text{ m} \\
 \text{Volume urugan} &= (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \\
 &= (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2 \times 0,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- $$= 0,104 \text{ m}^3$$
- PC2 (berbentuk persegi panjang)
 - Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 - Panjang = 2 m
 - Lebar = 0,8 m
 - Volume urugan = (panjang + (2 x lebar batu bata)) x (lebar + (2 x lebar batu bata)) x tinggi
 - $= (2 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,1 \text{ m}$
 - $= 0,226 \text{ m}^3$
 - PC3 (berbentuk segienam)
 - Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 - Luas area = 3,420847 m²
 - Volume urugan = luas area x tinggi
 - $= 3,420847 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}$
 - $= 0,342 \text{ m}^3$
 - PC4 (berbentuk persegi)
 - Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 - Panjang sisi = 2,497 m
 - Volume urugan = (sisi + (2 x lebar batu bata))² x tinggi
 - $= (2,497 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2 \times 0,1 \text{ m}$
 - $= 0,738 \text{ m}^3$

Pada zona 1 terdapat 6 urugan PC1, 4 urugan PC-1A, 5 urugan PC2, 6 urugan PC3, dan 1 urugan PC4 sehingga diperoleh volume total urugan sebesar 4,86 m³. Sedangkan pada zona 2 terdapat 23 urugan PC1 dan 2 urugan PC2 sehingga diperoleh volume total urugan sebesar 2,95 m³.

- **Perhitungan Durasi**

Pekerjaan urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja yang tidak hanya mengurug saja namun juga memadatkan.

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{4,86\text{m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\ &= 2,141 \text{ jam} \\ &= 0,27 \text{ hari} = 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{2,95 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\ &= 1,299 \text{ jam} \\ &= 0,162 \text{ hari} = 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 buruh urug. Pekerjaan urugan ini menggunakan 2 grup kerja dengan 1 mandor membawahi 20 tukang. Diasumsikan tetap menggunakan mandor dengan hanya menggunakan 0,05 mandor pada tiap zona.

• **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

$$\begin{aligned}\text{Zona 1} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000/\text{m}^3 \\ &= 4,86 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000/\text{m}^3 \\ &= \text{Rp } 262.440,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Zona 2} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000/\text{m}^3 \\ &= 2,95 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000/\text{m}^3 \\ &= \text{Rp } 159.300,00\end{aligned}$$

- Biaya upah

Zona 1

$$\text{Mandor} = \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Rp } 100.000,00 \\
 & = 0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 & = \text{Rp } 5.000,00 \\
 \text{Buruh urug} & = \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi} \\
 & \quad \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 & = 2 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 & = \text{Rp } 140.000,00 \\
 \text{Zona 2} \\
 \text{Mandor} & = \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\
 & \quad \text{Rp } 100.000,00 \\
 & = 0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 & = \text{Rp } 5.000,00 \\
 \text{Buruh urug} & = \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi} \\
 & \quad \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 & = 2 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 & = \text{Rp } 140.000,00 \\
 - \text{ Total} & = \text{biaya material} + \text{biaya upah} \\
 & = \text{Rp } 411.986,00
 \end{aligned}$$

4.6.3 Urugan Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Urugan pada pit lift luasannya tidak akan penuh sesuai dengan luas dasar pit lift namun akan dikurangi luasan pile cap yang menumpunya. Detail luasan pit lift dan pile cap tertera pada Gambar 2.3.

Perhitungan volume urugan di bawah lantai kerja pit lift memakai rumus (2.39), (2.40), (2.41) dan (2.42). Berikut ini adalah perhitungan volumenya:

- Menghitung luas kotor pit lift
 - Panjang pit lift = 2,45 m
 - Lebar pit lift = 2,1 m
 - Luas kotor pit lift = (panjang pit lift + lebar batu bata) x (lebar pit lift +

$$\begin{aligned}
 & \text{lebar batu bata)} \\
 & = (2,45 \text{ m} + 0,11 \text{ m}) \times (2,1 \text{ m} \\
 & \quad + 0,11 \text{ m}) \\
 & = 6,194 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Menghitung reduksi dari pile cap
 Panjang sisi reduksi = 0,5 m
 Jumlah = 4 buah
 Luas reduksi = (panjang sisi reduksi +
 lebar batu bata)² x jumlah
 = (0,5 m + 0,11 m)² x 4 buah
 = 1,488 m²
- Menghitung luas bersih pit lift
 Luas bersih = luas kotor – luas reduksi
 = 6,194 m² – 1,488 m²
 = 4,706 m²
- Menghitung volume urugan
 Tinggi urugan = 0,1 m
 Volume = luas bersih x tinggi urugan
 = 4,706 m² x 0,1 m
 = 0,4706 m³

• Perhitungan Durasi

Pekerjaan urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja yang tidak hanya mengurug saja namun juga memadatkan.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\
 &= \frac{0,4706 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\
 &= 0,207 \text{ jam} \\
 &= 0,03 \text{ hari} = 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 buruh urug. Pekerjaan urugan ini menggunakan 2 grup kerja dengan 1 mandor membawahi 20 tukang. Diasumsikan

tetap menggunakan mandor dengan hanya menggunakan 0,05 mandor pada tiap zona.

- **Perhitungan Biaya**

- Biaya material
 - Pasir urug $= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000,00/\text{m}^3$
 - $= 0,4706 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000,00$
 - $= \text{Rp } 25.412,00$
- Biaya upah
 - Mandor $= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times$
 $\text{Rp } 100.000,00$
 $= 0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 5.000,00$
 - Buruh urug $= \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi}$
 $\times \text{Rp } 70.000,00$
 $= 2 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 140.000,00$
- Total $= \text{biaya material} + \text{biaya upah}$
 $= \text{Rp } 170.412,00$

4.6.4 Urugan Tie Beam

- **Perhitungan Volume**

Volume urugan di bawah lantai kerja tie beam tergantung dari type tie beam dan panjangnya. Gambar detail urugan pile cap tertera pada gambar 2.1. Dikarenakan panjang tie beam yang bermacam-macam, berikut ini adalah perhitungan volume urugan tie beam menurut jenis tie beam dengan perhitungan berdasarkan rumus (2.46):

- TB1 (urugan as E-1-2)
 - Dimensi $= 25/50$
 - Tinggi urugan $= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$
 - Panjang $= 2,65 \text{ m}$

- Volume urugan = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi urugan x panjang
 = (0,25 m + (2 x 0,11 m)) x 0,1 m x 2,65 m
 = 0,1246 m³
- TB2 (urugan as 3'-D'-E)
 Dimensi = 20/40
 Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 Panjang = 1,03 m
 Volume urugan = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi urugan x panjang
 = (0,20 m + (2 x 0,11 m)) x 0,1 m x 1,03 m
 = 0,2814 m³
 - TB3 (urugan as 11-A-B)
 Dimensi = 25/40
 Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 Panjang = 1,75 m
 Volume urugan = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi urugan x panjang
 = (0,25 m + (2 x 0,11 m)) x 0,1 m x 1,75 m
 = 0,0823 m³
 - TB3' (urugan as 1'-D'-E)
 Dimensi = 25/40
 Tinggi urugan = 10 cm = 0,1 m
 Panjang = 1,125 m
 Volume urugan = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi urugan x panjang
 = (0,25 m + (2 x 0,11 m)) x 0,1 m x 1,125 m

$$= 0,0529 \text{ m}^3$$

Hasil total perhitungan volume urugan tie beam pada zona 1 adalah sebesar $8,686 \text{ m}^3$ sedangkan untuk zona 2 diperoleh $8,303 \text{ m}^3$.

- **Perhitungan Durasi**

Pekerjaan urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja yang tidak hanya mengurug saja namun juga memadatkan.

- Zona 1

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{8,686 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\ &= 3,826 \text{ jam} \\ &= 0,48 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{8,303 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\ &= 3,658 \text{ jam} \\ &= 0,46 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 buruh urug. Pekerjaan urugan ini menggunakan 2 grup kerja dengan 1 mandor membawahi 20 tukang. Diasumsikan tetap menggunakan mandor dengan hanya menggunakan 0,05 mandor pada tiap zona.

- **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

Zona 1

$$\begin{aligned} \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000,00/\text{m}^3 \\ &= 8,686 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 469.044,00 \\
 \text{Zona 2} \\
 \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000,00/\text{m}^3 \\
 &= 8,303 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000,00 \\
 &= \text{Rp } 448.362,00 \\
 - \text{ Biaya upah} \\
 \text{Zona 1} \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\
 &\quad \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= 0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 5.000,00 \\
 \text{Buruh urug} &= \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi} \\
 &\quad \times \text{Rp } 60.000,00 \\
 &= 2 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 140.000,00 \\
 \text{Zona 2} \\
 \text{Mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\
 &\quad \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= 0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 5.000,00 \\
 \text{Buruh urug} &= \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi} \\
 &\quad \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= 2 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 140.000,00 \\
 - \text{ Total} &= \text{biaya material} + \text{biaya upah} \\
 &= \text{Rp } 1.207.406,00
 \end{aligned}$$

4.6.5 Urugan Plat Lantai Dasar

- **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume urugan di bawah lantai kerja pada plat lantai dasar berbeda dengan perhitungan volume urugan pada struktur bawah lainnya karena luasannya tidak perlu ditambahkan dengan lebar batu bata.

Gambar detail urugan pile cap tertera pada gambar 2.1. Karena panjang dan lebar plat yang bermacam-macam maka diambil contoh satu perhitungan pada zona 1 dan satu perhitungan pada zona 2. Perhitungan volume urugan plat ini berdasarkan rumus (2.47).

- Zona 1 (Plat nomor 1)

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 1,225 \\ \text{Lebar} &= 2,125 \\ \text{Tinggi urugan} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\ \text{Volume urugan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &\quad \text{urugan} \\ &= 1,225 \text{ m} \times 2,125 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 0,260 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- Zona 2 (Plat nomor 18)

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 1,75 \\ \text{Lebar} &= 3,9 \\ \text{Tinggi urugan} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\ \text{Volume urugan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &\quad \text{urugan} \\ &= 1,75 \text{ m} \times 3,9 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 0,683 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Hasil total perhitungan volume urugan plat dasar pada zona 1 adalah sebesar $19,39 \text{ m}^3$ sedangkan untuk zona 2 diperoleh $18,825 \text{ m}^3$.

• **Perhitungan Durasi**

Pekerjaan urugan di bawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja yang tidak hanya mengurus saja namun juga memadatkan.

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\ &= \frac{19,39 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\ &= 8,542 \text{ jam} \\ &= 1,07 \text{ hari} = 2 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume urugan}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah grup} \\
 &= \frac{18,825 \text{ m}^3}{1,135 \text{ m}^3/\text{jam}} : 2 \text{ grup} \\
 &= 8,293 \text{ jam} \\
 &= 1,04 \text{ hari} = 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 buruh urug. Pekerjaan urugan ini menggunakan 2 grup kerja dengan 1 mandor membawahi 20 tukang. Diasumsikan tetap menggunakan mandor dengan hanya menggunakan 0,05 mandor pada tiap zona.

• **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000,00/\text{m}^3 \\
 &= 19,39 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.047.060,00
 \end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir urug} &= \text{volume} \times \text{Rp } 54.000,00/\text{m}^3 \\
 &= 18,825 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 54.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.016.550,00
 \end{aligned}$$

- Biaya upah

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\
 &\quad \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= 0,05 \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 10.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Buruh urug} &= \text{jumlah buruh urug} \times \text{total durasi} \\
 &\quad \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= 2 \text{ org} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 280.000,00
 \end{aligned}$$

Zona 2	
Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00 = 0,05 x 2 hari x Rp 100.000,00 = Rp 10.000,00
Buruh urug	= jumlah buruh urug x total durasi x Rp 70.000,00 = 2 org x 2 hari x Rp 70.000,00 = Rp 280.000,00
- Total	= biaya material + biaya upah = Rp 2.643.610,00

4.7 Pekerjaan Pemancangan

Pekerjaan pemancangan tidak hanya menghitung waktu pemancangannya saja namun juga waktu pengelasan karena tiang pancang yang dipakai perlu disambung. Untuk panjang tiang pancang total 31 meter, digunakan tiang pancang dengan panjang 15 meter dan 16 meter dengan keadaan tiang pancang yang lebih pendek berada di bawah.

- **Perhitungan Volume**

Pada satu titik tiang pancang terdapat dua tiang pancang dengan ukuran 15 meter dan 16 meter. Dikarenakan tiap pile cap memiliki banyak titik tiang pancang yang berbeda, maka berikut ini adalah informasi tentang banyaknya tiang pancang sesuai dengan jenis pile cap:

- PC1 = 1 titik
- PC1-A = 1 titik
- PC2 = 2 titik
- PC3 = 3 titik
- PC4 = 5 titik

Setelah mengetahui jumlah titik tiap pile cap, maka bisa dihitung total titik pada tiap zona dengan menggunakan rumus (2.54) dan (2.55).

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Volume PC1} &= 1 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 1 \text{ titik} \times 5 \\ &= 5 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume PC1A} &= 1 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 1 \text{ titik} \times 4 \\ &= 4 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume PC2} &= 2 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 2 \text{ titik} \times 5 \\ &= 10 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume PC3} &= 3 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 3 \text{ titik} \times 6 \\ &= 18 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume PC4} &= 5 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 5 \text{ titik} \times 1 \\ &= 1 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\text{Total titik} = 42 \text{ titik}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Volume PC1} &= 1 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 1 \text{ titik} \times 24 \\ &= 24 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume PC2} &= 2 \text{ titik} \times \text{jumlah pile cap} \\ &= 2 \text{ titik} \times 2 \\ &= 4 \text{ titik}\end{aligned}$$

$$\text{Total titik} = 28 \text{ titik}$$

• **Perhitungan Durasi**

Pada tahapan pekerjaan ini menggunakan alat berat *hydraulic hammer* dan *crawler crane*. Berikut ini adalah spesifikasinya:

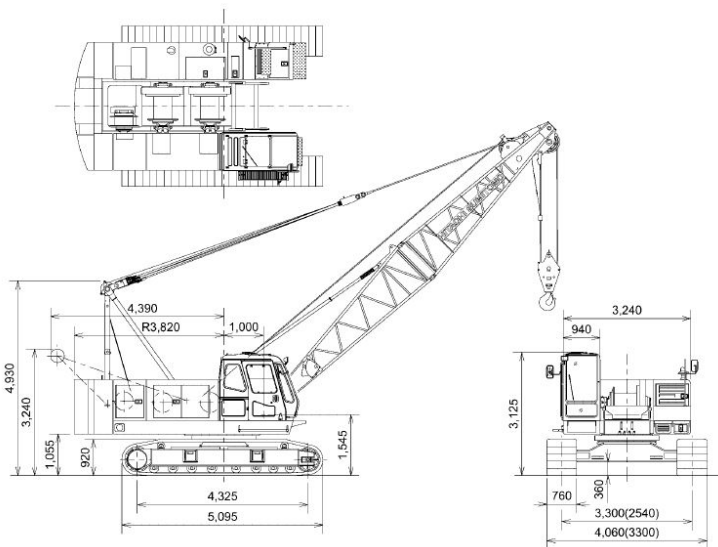
- Alat berat Hidraulic Hammer

$$\text{Berat (W)} = 7500 \text{ kg}$$

Energi per blow = 10.500 kg/m
 Tinggi jatuh hammer (H) = 88 cm = 0,88 m
 Kecepatan blow = 39 blow/menit

- Alat berat Crawler Crane

Model = SCX 400
 Kapasitas angkat max = 40.000 kg
 Panjang lengan = 10 m
 Kecepatan angkat = 30 m/menit
 Kecepatan turun = 30 m/menit
 Kecepatan swing = 3,7 rpm
 Kecepatan jelajah = 1 km/jam



Gambar 4. 1 Crawler crane SCX400

Data tanah

- Nilai SPT pada ujung tiang
 Kedalaman 15 m = 32 blow/m
 Kedalaman 31 m = 25 blow/m

- Nilai rata-rata SPT sepanjang tiang
Kedalaman 15 m = 14,167 blow/m
Kedalaman 31 m = 22,5 blow/m

Jarak tiang pancang ke titik = 5 m

Jarak pengambilan

- Tiang 15 m

$$= \sqrt{\text{jarak tiang ke titik}^2 + \text{panjang tiang}^2}$$

$$= \sqrt{(5 \text{ m})^2 + (15 \text{ m})^2}$$

$$= 15,811 \text{ m}$$
- Tiang 16 m

$$= \sqrt{\text{jarak tiang ke titik}^2 + \text{panjang tiang}^2}$$

$$= \sqrt{(5 \text{ m})^2 + (16 \text{ m})^2}$$

$$= 16,763 \text{ m}$$

Pengelasan

Kecepatan asli = 5 cm/menit

Banyak alat = 2 buah

Kecepatan las = kecepatan asli x jumlah alat
 = 5 cm/menit x 2 buah
 = 10 cm/menit

Panjang las = keliling tiang pancang
 = $\pi \times d$
 = $\pi \times 40 \text{ cm}$
 = 126 cm

Nilai S (besar penurunan tiang pancang)

- Tiang 15 m

$$A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= 0,1256 \text{ m}^2$$

$$A_s = \pi \times d \times \text{panjang tiang}$$

$$= 18,84 \text{ m}^2$$

$$W = 7.500 \text{ kg}$$

$$H = 88 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 C &= 10\% \times W \times H \\
 &= 10\% \times 7.500 \text{ kg} \times 49 \text{ cm} \\
 &= 66.000 \text{ kgcm} \\
 Qu &= (40 \times N \times Ap) + ((Nav \times As)/5) \\
 &= 214,148 \text{ ton} = 214.148 \text{ kg} \\
 S &= ((W \times H) - C) / Qu \\
 &= 2,774 \text{ cm/blow} = 0,028 \text{ m/blow}
 \end{aligned}$$

- Tiang 16 m

$$\begin{aligned}
 Ap &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 &= 0,1256 \text{ m}^2 \\
 As &= \pi \times d \times \text{panjang tiang} \\
 &= 20,096 \text{ m}^2 \\
 W &= 7.500 \text{ kg} \\
 H &= 88 \text{ cm} \\
 C &= 10\% \times W \times H \\
 &= 10\% \times 7.500 \text{ kg} \times 49 \text{ cm} \\
 &= 66.000 \text{ kgcm} \\
 Qu &= (40 \times N \times Ap) + ((Nav \times As)/5) \\
 &= 216,032 \text{ ton} = 216.032 \text{ kg} \\
 S &= ((W \times H) - C) / Qu \\
 &= 2,750 \text{ cm/blow} = 0,027 \text{ m/blow}
 \end{aligned}$$

Pemancangan tiang pertama

- Waktu persiapan

$$\begin{aligned}
 \text{Mendirikan tiang (ta)} &= \frac{\text{jarak pengambilan}}{\text{kecepatan angkat}} \\
 &= 0,527 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Setel alat dan cek posisi (tb) = 2 menit

- Waktu pemancangan

$$\begin{aligned}
 \text{Pemancangan (tc)} &= \frac{\text{panjang tiang}}{\text{kecepatan blow} \times S} \\
 &= 10,816 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Waktu pengelasan

$$\begin{aligned}
 \text{Pengelasan (td)} &= \frac{\text{panjang las}}{\text{kecepatan las}} \\
 &= 12,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu total} &= t_a + t_b + t_c + t_d \\
 &= 25,903 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Pemancangan tiang kedua

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu persiapan} \\
 \text{Mendirikan tiang (} t_a \text{)} &= \frac{\text{jarak pengambilan}}{\text{kecepatan angkat}} \\
 &= 0,559 \text{ menit} \\
 \text{Setel alat dan cek posisi (} t_b \text{)} &= 2 \text{ menit} \\
 - \text{ Waktu pemancangan} \\
 \text{Pemancangan (} t_c \text{)} &= \frac{\text{panjang tiang}}{\text{kecepatan blow} \times S} \\
 &= 11,638 \text{ menit} \\
 - \text{ Kalendering} \\
 \text{Pemasangan alat} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu kalendering (} t_e \text{)} &= \frac{\text{jumlah pukulan terakhir}}{\text{kecepatan blow}} \\
 &= 0,2 \text{ menit} \\
 - \text{ Waktu total} &= t_a + t_b + t_c + t_e \\
 &= 15,397 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu total pemancangan 1 tiang = 41,299 menit

Waktu pindah posisi dan swing

$$\begin{aligned}
 - \text{ Zona 1} &= 54,277 \text{ menit} \\
 - \text{ Zona 2} &= 41,356 \text{ menit} \\
 - \text{ Total} &= \text{zona 1} + \text{zona 2} \\
 &= 95,633 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu siklus = waktu total pemancangan x banyak titik

$$= 2891 \text{ menit}$$

Total akhir = waktu siklus + waktu pindah dan swing

$$= 2987 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata pemancangan 1 titik} &= \frac{\text{waktu total akhir}}{\text{jumlah titik}} \\
 &= \frac{2987 \text{ menit}}{70 \text{ titik}} \\
 &= 42,666 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus dalam 1 jam} \\
 (N) &= \frac{60 \text{ menit}}{\text{rata-rata pemancangan 1 titik}} \\
 &= \frac{60 \text{ menit}}{42,666 \text{ menit}} \\
 &= 1,406 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi per jam

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times N \times E_k \\
 &= 1 \times 1,406 \text{ titik} \times (0,83 \times 0,8 \times 0,75) \\
 &= 0,7 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Produksi per hari

Jam kerja 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned}
 Q &= Q \text{ per jam} \times \text{jam kerja 1 hari} \\
 &= 0,7 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 5,6 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- E_k adalah faktor kondisi kerja, dengan perincian sebagai berikut:

Faktor cuaca

Kondisi = Terang, panas, berdebu

Nilai = 0,83

Faktor operator dan mekanik

Kondisi = Terampil

Nilai = 0,8

Faktor kondisi alat

Kondisi = Baik

Nilai = 0,75

Penyelesaian pekerjaan pemancangan

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Total waktu} &= \frac{\text{jumlah titik}}{\text{produksi per hari}} \\ &= \frac{42 \text{ titik}}{5,6 \text{ titik/hari}} \\ &= 7,496 \text{ hari} = 8 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Total waktu} &= \frac{\text{jumlah titik}}{\text{produksi per hari}} \\ &= \frac{28 \text{ titik}}{5,6 \text{ titik/hari}} \\ &= 4,998 \text{ hari} = 5 \text{ hari}\end{aligned}$$

• **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

$$\begin{aligned}\text{Tiang pancang 15 m} &= \text{volume} \times \text{harga material} \\ &= 70 \text{ buah} \times (\text{Rp } 200.000,00 \times 15\text{m}) \\ &= \text{Rp } 210.000.000,00 \\ \text{Tiang pancang 16 m} &= \text{volume} \times \text{harga material} \\ &= 70 \text{ buah} \times (\text{Rp } 200.000,00 \times 16\text{m}) \\ &= \text{Rp } 224.000.000,00\end{aligned}$$

- Biaya sewa alat

$$\begin{aligned}1 \text{ crawler crane} &= \text{durasi} \times \text{Rp } 190.000,00/\text{jam} \\ &= 104 \text{ jam} \times \text{Rp } 190.000,00/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 19.760.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1 \text{ diesel hammer} &= \text{durasi} \times \text{Rp } 425.000/\text{jam} \\ &= 104 \text{ jam} \times \text{Rp } 425.000/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 44.200.000,00\end{aligned}$$

- Biaya upah

Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Operator} &= \text{jumlah operator} \times \text{total durasi} \times \text{Rp } 82.500,00 \\ &= 1 \text{ org} \times 8 \text{ hari} \times \text{Rp } 82.500,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 660.000,00 \\
 \text{Br. Pancang} &= \text{jumlah buruh pancang} \times \text{total} \\
 &\quad \text{durasi} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= 3 \text{ org} \times 8 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.680.000,00 \\
 \text{Zona 2} \\
 \text{Operator} &= \text{jumlah operator} \times \text{total durasi} \times \\
 &\quad \text{Rp } 82.500,00 \\
 &= 1 \text{ org} \times 5 \text{ hari} \times \text{Rp } 82.500,00 \\
 &= \text{Rp } 412.500,00 \\
 \text{Br. Pancang} &= \text{jumlah buruh pancang} \times \text{total} \\
 &\quad \text{durasi} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= 3 \text{ org} \times 5 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.050.000,00
 \end{aligned}$$

4.8 Pekerjaan Galian

4.8.1 Galian Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

Berikut ini akan dibahas perhitungan volume galian pile cap berdasarkan typenya, yaitu PC1, PC2, PC3, dan PC4, sedangkan untuk galian PC1-A akan dibahas pada galian pit lift karena posisi PC1-A yang menumpu pit lift sehingga pekerjaan penggaliannya dilakukan bersamaan. Volume pile cap per type nantinya akan dikalikan dengan jumlah pile cap per zona sehingga dihasilkan volume galian pile cap total tiap zona. Tinggi galian pile cap Perhitungan volume galian ini memakai rumus (2.79), (2.80), (2.81).

- PC1 (berbentuk persegi)

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi pile cap} &= 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m} \\
 \text{Tinggi galian} &= \text{tinggi pile cap} + \text{tinggi} \\
 &\quad \text{urugan dan lantai kerja} \\
 &= 0,45 \text{ m} + 0,15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Panjang sisi = 0,6 m
 Panjang sisi = 0,8 m
 Volume galian = $(\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi}$
 = $((0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2) \times 0,6 \text{ m}$
 = 0,624 m³
- PC2 (berbentuk persegi panjang)
- Tinggi pile cap = 60 cm = 0,6 m
 Tinggi galian = tinggi pile cap + tinggi urugan dan lantai kerja
 = 0,6 m + 0,15 m
 = 0,75 m
 Panjang = 2 m
 Lebar = 0,8 m
 Volume galian = $(\text{panjang} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi}$
 = $((2 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times ((0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))) \times 0,75 \text{ m}$
 = 1,698 m³
- PC3 (berbentuk segienam)
- Tinggi pile cap = 53 cm = 0,53 m
 Tinggi galian = tinggi pile cap + tinggi urugan dan lantai kerja
 = 0,53 m + 0,15 m
 = 0,68 m
 Luas area = 3,420847 m²
 Volume galian = luas area x tinggi
 = 3,420847 m² x 0,68 m
 = 2,326 m³
- PC4 (berbentuk persegi)
- Tinggi pile cap = 53 cm = 0,53 m
 Tinggi galian = tinggi pile cap + tinggi

$$\begin{aligned}
 & \text{urugan dan lantai kerja} \\
 & = 0,53 \text{ m} + 0,15 \text{ m} \\
 & = 0,68 \text{ m} \\
 \text{Panjang sisi} & = 2,497 \text{ m} \\
 \text{Volume galian} & = (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \\
 & = ((2,497 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2) \\
 & \quad \times 0,68 \text{ m} \\
 & = 5,020 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Pada zona 1 terdapat 6 galian PC1, 5 galian PC2, 6 galian PC3, dan 1 galian PC4 sehingga diperoleh volume total galian sebesar 36,624 m³. Sedangkan pada zona 2 terdapat 23 galian PC1 dan 2 galian PC2 sehingga diperoleh volume total galian sebesar 17,754 m³.

• Perhitungan Durasi

Pekerjaan galian ini tidak hanya menggali saja namun juga membuang tanah hasil galian. Maka dari itu ada dua perhitungan durasi, yaitu durasi menggali dan memuat kemudian durasi mengangkut.

- Zona 1

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah tukang}$$

$$= \left(\frac{36,624 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 762,998 \text{ menit} = 1,59 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Durasi mengangkut

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh}$$

$$= \left(\frac{36,624 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 22,196 \text{ jam} = 2,775 \text{ hari}$$

Total durasi = durasi menggali & memuat + durasi mengangkut

$$= 2 \text{ hari} + 2,775 \text{ hari}$$

$$= 5 \text{ hari}$$

- Zona 2

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah tukang}$$

$$= \left(\frac{17,754 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 369,878 \text{ menit} = 0,771 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Durasi mengangkut

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh}$$

$$= \left(\frac{17,754 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 10,76 \text{ jam} = 1,345 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi} = \text{durasi menggali \& memuat} + \text{durasi mengangkut}$$

$$= 1 \text{ hari} + 2 \text{ hari}$$

$$= 3 \text{ hari}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah. Kondisi tanah adalah tanah liat.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang gali dan 1 buruh angkut, 1 mandor membawahi 20 tukang. Pada pekerjaan galian memakai 3 grup kerja, maka tiap zona memerlukan 0,15 mandor.

• **Perhitungan Biaya**

- Biaya upah

Zona 1

$$\text{Mandor} = \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times$$

$$\text{Rp } 100.000,00$$

$$= 0,15 \times 5 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 75.000,00$$

Tk. Gali	= jumlah tukang gali x total durasi x Rp 85.000,00 = 3 org x 5 hari x Rp 85.000,00 = Rp 1.275.000,00
Br. Angkut	= jumlah buruh angkut x total durasi x Rp 70.000,00 = 3 org x 5 hari x Rp 70.000,00 = Rp 1.050.000,00
Zona 2	
Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00 = 0,15 x 3 hari x Rp 100.000,00 = Rp 45.000,00
Tk. Gali	= jumlah tukang gali x total durasi x Rp 85.000,00 = 3 org x 3 hari x Rp 85.000,00 = Rp 765.000,00
Br. Angkut	= jumlah buruh angkut x total durasi x Rp 70.000,00 = 3 org x 3 hari x Rp 70.000,00 = Rp 630.000,00
- Total	= total biaya upah = Rp 3.840.000,00

4.8.2 Galian Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Galian pit lift tidak hanya menggali setinggi pit lift saja namun juga termasuk tinggi pile cap type PC1-A yang menumpu di bawahnya. Bukan hanya itu, urugan dan lantai kerja pada bawah pile cap juga akan ditambahkan untuk mendapat tinggi galian. Lebar galian akan ditambahkan dengan lebar batu bata

sebagai bekistingnya. Detail tinggi elevasi galian pit lift tertera pada gambar 2.2.

Perhitungan volume galian pit lift memakai rumus (2.77) dan (2.78). Berikut ini adalah perhitungan volumenya:

Elevasi tanah existing = +5,312 m

Elevasi bawah PC1-A = +4,162 m

Tinggi urugan dan lantai kerja = 0,15 m

Tinggi galian = (elevasi tanah existing – elevasi bawah PC1-A) + tinggi urugan dan lantai kerja
 $= (5,312 \text{ m} - 4,162 \text{ m}) + 0,15 \text{ m}$
 $= 1,3 \text{ m}$

Panjang galian = 2,05 m

Lebar galian = 1,7 m

Volume galian = (panjang + (2 x lebar batu bata)) x (lebar + (2 x lebar batu bata)) x tinggi
 $= (2,05 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times (1,7 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 1,3 \text{ m}$
 $= 5,666 \text{ m}^3$

• Perhitungan Durasi

Pekerjaan galian ini tidak hanya menggali saja namun juga membuang tanah hasil galian. Maka dari itu ada dua perhitungan durasi, yaitu durasi menggali dan memuat kemudian durasi mengangkut.

Durasi menggali dan memuat

Durasi = $\left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}}$ x kapasitas produksi) : jumlah tukang
 $= \left(\frac{5,666 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ org}$
 $= 118,04 \text{ menit} = 0,246 \text{ hari}$

Durasi mengangkut

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh} \\
 &= \left(\frac{5,666 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang} \\
 &= 3,434 \text{ jam} = 0,429 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= \text{durasi menggali \& memuat} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{mengangkut} \\
 &= 0,246 \text{ hari} + 0,429 \text{ hari} \\
 &= 0,675 \text{ hari} = 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah. Kondisi tanah adalah tanah liat
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang gali dan 1 buruh angkut, 1 mandor membawahi 20 tukang. Pada pekerjaan galian memakai 3 grup kerja, maka tiap zona memerlukan 0,15 mandor.

• Perhitungan Biaya

- Biaya upah
 - Mandor = jumlah mandor x total durasi x
Rp 100.000,00
= 0,15 x 1 hari x Rp 100.000,00
= Rp 15.000,00
 - Tk. Gali = jumlah tukang gali x total durasi
x Rp 85.000,00
= 3 org x 1 hari x Rp 85.000,00
= Rp 255.000,00
 - Br. Angkut = jumlah buruh angkut x total
durasi x Rp 70.000,00
= 3 org x 1 hari x Rp 70.000,00
= Rp 210.000,00
- Total = total biaya upah
= Rp 480.000,00

4.8.3 Galian Tie Beam

- **Perhitungan Volume**

Volume galian tie beam tergantung dari type tie beam dan panjangnya. Dikarenakan panjang tie beam yang bermacam-macam, berikut ini adalah perhitungan volume urugan tie beam menurut jenis tie beam dengan perhitungan berdasarkan rumus (2.82) dan (2.83):

- TB1 (galian as E-1-2)

$$\text{Dimensi} = 25/50$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi galian} &= \text{tinggi tie beam} + \text{tinggi urugan dan lantai kerja} \\ &= 0,5 \text{ m} + 0,15 \text{ m} \\ &= 0,65 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Panjang} = 2,65 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi galian} \times \text{panjang} \\ &= (0,25 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,65 \text{ m} \times 2,65 \text{ m} \\ &= 0,810 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- TB2 (galian as 3'-D'-E)

$$\text{Dimensi} = 20/40$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi galian} &= \text{tinggi tie beam} + \text{tinggi urugan dan lantai kerja} \\ &= 0,4 \text{ m} + 0,15 \text{ m} \\ &= 0,55 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Panjang} = 1,03 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi galian} \times \text{panjang} \\ &= (0,20 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,55 \text{ m} \times 1,03 \text{ m} \\ &= 0,238 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- TB3 (galian as 11-A-B)
 - Dimensi = 25/40
 - Tinggi galian = tinggi tie beam + tinggi urugan dan lantai kerja
 $= 0,4 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$
 $= 0,55 \text{ m}$
 - Panjang = 1,75 m
 - Volume galian = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi galian x panjang
 $= (0,25 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,55 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}$
 $= 0,452 \text{ m}^3$
- TB3' (galian as 1'-D'-E)
 - Dimensi = 25/40
 - Tinggi galian = tinggi tie beam + tinggi urugan dan lantai kerja
 $= 0,4 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$
 $= 0,55 \text{ m}$
 - Panjang = 1,125 m
 - Volume galian = (lebar tiebeam + (2 x lebar batu bata)) x tinggi galian x panjang
 $= (0,25 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,55 \text{ m} \times 1,125 \text{ m}$
 $= 0,291 \text{ m}^3$

Hasil total perhitungan volume galian tie beam pada zona 1 adalah sebesar 53,539 m³ sedangkan untuk zona 2 diperoleh 51,416 m³.

- **Perhitungan Durasi**

Pekerjaan galian ini tidak hanya menggali saja namun juga membuang tanah hasil galian. Maka dari itu ada dua perhitungan durasi, yaitu durasi menggali dan memuat kemudian durasi mengangkut.

- Zona 1

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah tukang}$$

$$= \left(\frac{53,539 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 1115,386 \text{ menit} = 2,324 \text{ hari}$$

Durasi mengangkut

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh}$$

$$= \left(\frac{53,539 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 32,448 \text{ jam} = 4,056 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= \text{durasi menggali \& memuat} + \text{durasi mengangkut} \\ &= 2,324 \text{ hari} + 4,056 \text{ hari} \\ &= 6,38 \text{ hari} = 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah tukang}$$

$$= \left(\frac{51,416 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 1071,159 \text{ menit} = 2,232 \text{ hari}$$

Durasi mengangkut

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh}$$

$$= \left(\frac{51,416 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 31,161 \text{ jam} = 3,895 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= \text{durasi menggali \& memuat} + \text{durasi mengangkut} \\ &= 2,232 \text{ hari} + 3,895 \text{ hari} \\ &= 6,127 \text{ hari} = 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah. Kondisi tanah adalah tanah liat
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang gali dan 1 buruh angkut, 1 mandor membawahi 20 tukang. Pada pekerjaan galian memakai 3 grup kerja, maka tiap zona memerlukan 0,15 mandor.

• Perhitungan Biaya

- Biaya upah

Zona 1

Mandor = jumlah mandor x total durasi x
Rp 100.000,00

= 0,15 x 7 hari x Rp 100.000,00

= Rp 105.000,00

Tk. Gali = jumlah tukang gali x total durasi
x Rp 85.000,00

= 3 org x 7 hari x Rp 85.000,00

= Rp 1.785.000,00

Br. Angkut = jumlah buruh angkut x total
durasi x Rp 70.000,00

= 3 org x 7 hari x Rp 70.000,00

= Rp 1.470.000,00

Zona 2

Mandor = jumlah mandor x total durasi x
Rp 100.000,00

= 0,15 x 7 hari x Rp 100.000,00

= Rp 105.000,00

Tk. Gali = jumlah tukang gali x total durasi
x Rp 85.000,00

= 3 org x 7 hari x Rp 85.000,00

= Rp 1.785.000,00

Br. Angkut = jumlah buruh angkut x total
durasi x Rp 70.000,00

$$\begin{aligned}
 &= 3 \text{ org} \times 7 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.470.000,00 \\
 \text{Total} &= \text{total biaya upah} \\
 &= \text{Rp } 6.720.000,00
 \end{aligned}$$

4.8.4 Galian Plat Lantai 1

- **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume galian pada plat lantai dasar berbeda dengan perhitungan volume galian pada struktur bawah lainnya dikarenakan luasannya tidak perlu ditambahkan dengan lebar batu bata. Karena panjang dan lebar plat yang bermacam-macam maka diambil contoh satu perhitungan pada zona 1 dan satu perhitungan pada zona 2. Perhitungan volume galian plat ini berdasarkan rumus (2.84) dan (2.85).

- Zona 1 (Plat nomor 1)
 - Panjang = 1,225
 - Lebar = 2,125
 - Tinggi plat = 0,12 m
 - Tinggi galian = tinggi plat + tinggi urugan dan lantai kerja
 $= 0,12 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$
 $= 0,27 \text{ m}$
 - Volume galian = panjang x lebar x tinggi galian
 $= 1,225 \text{ m} \times 2,125 \text{ m} \times 0,27 \text{ m}$
 $= 0,703 \text{ m}^3$
- Zona 2 (Plat nomor 18)
 - Panjang = 1,75
 - Lebar = 3,9
 - Tinggi plat = 0,12 m
 - Tinggi galian = tinggi plat + tinggi urugan dan lantai kerja
 $= 0,12 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 &= 0,27 \text{ m} \\
 \text{Volume galian} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &\quad \text{galian} \\
 &= 1,75 \text{ m} \times 3,9 \text{ m} \times 0,27 \text{ m} \\
 &= 1,843 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Hasil total perhitungan volume galian plat lt.1 pada zona 1 adalah sebesar 48,052 m³ sedangkan untuk zona 2 diperoleh 50,828 m³.

• Perhitungan Durasi

Pekerjaan galian ini tidak hanya menggali saja namun juga membuang tanah hasil galian. Maka dari itu ada dua perhitungan durasi, yaitu durasi menggali dan memuat kemudian durasi mengangkut.

- Zona 1

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{jumlah tukang} \right) :$$

$$= \left(\frac{48,052 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,75 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 1001,083 \text{ menit} = 2,086 \text{ hari}$$

Durasi mengangkut

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh}$$

$$= \left(\frac{48,052 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang}$$

$$= 29,122 \text{ jam} = 3,64 \text{ hari}$$

Total durasi = durasi menggali & memuat + durasi mengangkut

$$= 2,086 \text{ hari} + 3,64 \text{ hari}$$

$$= 5,726 \text{ hari} = 6 \text{ hari}$$

- Zona 2

Durasi menggali dan memuat

$$= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas kereta}} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

$$\begin{aligned}
 & \text{jumlah tukang} \\
 &= \left(\frac{50,828 \text{ m}^3}{0,06 \text{ m}^3} \times 3,57 \text{ m}^3/\text{menit/orang} \right) : 3 \text{ orang} \\
 &= 1058,913 \text{ menit} = 2,206 \text{ hari} \\
 & \text{Durasi mengangkut} \\
 &= \left(\frac{\text{volume galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) : \text{jumlah buruh} \\
 &= \left(\frac{50,828 \text{ m}^3}{0,55 \text{ m}^3/\text{jam}} \right) : 3 \text{ orang} \\
 &= 30,805 \text{ jam} = 3,851 \text{ hari} \\
 \text{Total durasi} &= \text{durasi menggali \& memuat} + \text{durasi} \\
 & \quad \text{mengangkut} \\
 &= 2,206 \text{ hari} + 3,851 \text{ hari} \\
 &= 6,057 \text{ hari} = 7 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.4 dengan mengambil nilai tengah. Kondisi tanah adalah tanah liat
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang gali dan 1 buruh angkut, 1 mandor membawahi 20 tukang. Pada pekerjaan galian memakai 3 grup kerja, maka tiap zona memerlukan 0,15 mandor.

• Perhitungan Biaya

- Biaya upah
Zona 1

Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00 = 0,15 x 6 hari x Rp 100.000,00 = Rp 90.000,00
Tk. Gali	= jumlah tukang gali x total durasi x Rp 85.000,00 = 3 org x 6 hari x Rp 85.000,00 = Rp 1.530.000,00
Br. Angkut	= jumlah buruh angkut x total

	durasi x Rp 70.000,00
	= 3 org x 6 hari x Rp 70.000,00
	= Rp 1.260.000,00
Zona 2	
Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00
	= 0,15 x 7 hari x Rp 100.000,00
	= Rp 105.000,00
Tk. Gali	= jumlah tukang gali x total durasi x Rp 85.000,00
	= 3 org x 7 hari x Rp 85.000,00
	= Rp 1.785.000,00
Br. Angkut	= jumlah buruh angkut x total durasi x Rp 70.000,00
	= 3 org x 7 hari x Rp 70.000,00
	= Rp 1.470.000,00
- Total	= total biaya upah = Rp 6.240.000,00

4.9 Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang

- **Perhitungan Volume**

Berikut ini akan dibahas perhitungan volume pemotongan tiang pancang yang pada dasarnya volumenya sama dengan volume titik pada pekerjaan pemancangan, hal itu dikarenakan kapasitas produksi pemotongan tiang pancang dihitung per titiknya. Menghitung volume titik menggunakan rumus (2.55) yang hasilnya:

- Zona 1
Total titik = 42 titik
- Zona 2
Total titik = 28 titik

- **Perhitungan Durasi**

Dengan menggunakan kapasitas produksi yang dibahas pada bab 2.2.8.3, diketahui kapasitas pemotongan tiang pancang adalah 6 titik per hari per tukang, maka didapatkan durasi yang dihitung menggunakan rumus (2.90) adalah:

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{jumlah titik}}{\text{kapasitas produksi}} \div \text{jumlah grup} \\ &= \frac{42}{6 \text{ titik er hari}} \div 2 \text{ grup} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{jumlah titik}}{\text{kapasitas produksi}} \div \text{jumlah grup} \\ &= \frac{28}{6 \text{ titik er hari}} \div 2 \text{ grup} \\ &= 3 \text{ hari}\end{aligned}$$

- **Perhitungan Biaya**

- Biaya upah

- Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\ &\quad \text{Rp } 100.000,00 \\ &= 0,1 \text{ org} \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 40.000,00 \\ \text{Tk. Potong} &= \text{jumlah tukang potong} \times \text{total} \\ &\quad \text{durasi} \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= 2 \text{ org} \times 4 \text{ hari} \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 680.000,00\end{aligned}$$

- Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times \\ &\quad \text{Rp } 100.000,00 \\ &= 0,1 \text{ org} \times 3 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 30.000,00 \\ \text{Tk. Potong} &= \text{jumlah tukang potong} \times \text{total} \\ &\quad \text{durasi} \times \text{Rp } 85.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \text{ org} \times 3 \text{ hari} \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 510.000,00 \\
 \text{Total} &= \text{total biaya upah} \\
 &= \text{Rp } 1.260.000,00
 \end{aligned}$$

4.10 Pekerjaan Lantai Kerja

Untuk pekerjaan lantai kerja, beton yang digunakan tidak memesan pada ready mix namun membuat sendiri dengan tenaga pekerja dan menggunakan alat bantu molen. Tinggi lantai kerja adalah 5 cm (0,05 m). Gambar detail pekerjaan lantai kerja terdapat pada gambar 4.2. Adapun pekerjaan lantai kerja meliputi pekerjaan lantai kerja pile cap, pit lift, tie beam, dan plat lantai dasar.

4.10.1 Lantai Kerja Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

Berikut ini akan dibahas perhitungan volume beton pada lantai kerja pile cap berdasarkan typenya sekaligus juga kebutuhan bahan pembuat beton tersebut, seperti semen, pasir, kerikil, dan air. Kemudian volume pile cap per type tersebut akan dikalikan dengan jumlah pile cap per zona sehingga dihasilkan volume beton dan bahan campuran beton pile cap total tiap zona.

- PC1 (berbentuk persegi)

Volume beton

Tinggi lantai kerja = 5 cm = 0,05 m

Panjang sisi = 0,8 m

Volume beton = $(\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi}$
 $= (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2 \times 0,05 \text{ m}$
 $= 0,052 \text{ m}^3$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned}\text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0,052 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 1 \text{ zak}\end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned}\text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\ &= \frac{0,052 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,016 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned}\text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,052 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,022 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 0,052 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 9,028 \text{ liter}\end{aligned}$$

- PC1-A (berbentuk persegi)

Volume beton

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Panjang sisi} = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume beton} &= (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi} \\ &= (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m}))^2 \times 0,05 \text{ m} \\ &= 0,052 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\text{Volume semen} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen}$$

$$= 0,052 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 1 \text{ zak}$$

Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}}$$

$$= \frac{0,052 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,016 \text{ m}^3$$

Kebutuhan kerikil

$$\text{Volume kerikil} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}}$$

$$= \frac{0,052 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,022 \text{ m}^3$$

Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air}$$

$$= 0,052 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 9,028 \text{ liter}$$

- PC2 (berbentuk persegi panjang)

Volume beton

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Volume beton} = (\text{panjang} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi}$$

$$= (2 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times (0,8 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,05 \text{ m}$$

$$= 0,113 \text{ m}^3$$

Kebutuhan semen

$$\text{Volume semen} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen}$$

$$= 0,113 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 1 \text{ zak}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\ &= \frac{0,113 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,036 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,113 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,049 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 0,113 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 19,649 \text{ liter} \end{aligned}$$

- PC3 (berbentuk segienam)

Volume beton

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Luas area} = 3,420847 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= \text{luas area} \times \text{tinggi} \\ &= 3,420847 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \\ &= 0,171 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0,171 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 1 \text{ zak} \end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}}$$

$$= \frac{0,171 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,054 \text{ m}^3$$

Kebutuhan kerikil

$$\text{Volume kerikil} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}}$$

$$= \frac{0,171 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,074 \text{ m}^3$$

Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air}$$

$$= 0,171 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 29,684 \text{ liter}$$

- PC4 (berbentuk persegi)

Volume beton

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Panjang sisi} = 2,497 \text{ m}$$

$$\text{Volume beton} = (\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata}))^2 \times \text{tinggi}$$

$$= (2,497 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})^2) \times 0,05 \text{ m}$$

$$= 0,369 \text{ m}^3$$

Kebutuhan semen

$$\text{Volume semen} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen}$$

$$= 0,369 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 3 \text{ zak}$$

Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}}$$

$$= \frac{0,369 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,116 \text{ m}^3$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned}\text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,369 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,159 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 0,369 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 64,058 \text{ liter}\end{aligned}$$

Keterangan:

- Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus (2.83), nilai kebutuhan semen melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.
- Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus (2.84), nilai kebutuhan pasir melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat pasir menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan kerikil menggunakan rumus (2.85), nilai kebutuhan kerikil melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat kerikil menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus (2.86), nilai kebutuhan air melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.

Pada zona 1 terdapat 6 lantai kerja PC1, 4 lantai kerja PC-1A, 5 lantai kerja PC2, 6 lantai kerja PC3, dan 1 lantai kerja PC4 sehingga diperoleh:

- Volume total beton sebesar 2,482 m³
- Kebutuhan semen sebesar 15 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 0,783 m³
- Kebutuhan kerikil sebesar 1,071 m³
- Kebutuhan air sebesar 430,692 liter

Sedangkan pada zona 2 terdapat 23 lantai kerja PC1 dan 2 lantai kerja PC2 sehingga diperoleh:

- Volume total beton sebesar 1,423 m³
- Kebutuhan semen sebesar 9 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 0,449 m³
- Kebutuhan kerikil sebesar 0,614 m³
- Kebutuhan air sebesar 246,944 liter

• Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pada pekerjaan lantai kerja terdiri dari dua jenis pekerjaan, yaitu durasi untuk mencampur beton dan durasi untuk memasang beton. Perhitungan durasi mencampur beton menggunakan rumus (2.96) sedangkan perhitungan durasi untuk memasang beton menggunakan rumus (2.97).

- Zona 1

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{2,482 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 1,365 \text{ jam} = 0,17 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{2,482 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 4,06 \text{ jam} = 0,508 \text{ hari}$$

Total Durasi = durasi mencampur beton + durasi

memasang beton

$$= 0,17 \text{ hari} + 0,508 \text{ hari}$$

$$= 0,679 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

- Zona 2

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{1,423 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 0,783 \text{ jam} = 0,098 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{1,423 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 2,33 \text{ jam} = 0,291 \text{ hari}$$

Total Durasi = durasi mencampur beton + durasi

memasang beton

$$= 0,098 \text{ hari} + 0,291 \text{ hari}$$

$$= 0,389 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi untuk mencampur beton melihat pada tabel (2.13) dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan mencampur beton dengan mesin pengaduk. Kapasitas produksi untuk memasang beton juga melihat pada tabel yang sama dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan memasang beton struktural.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 buruh untuk vibrator. 1 mandor membawahi 20 tukang, dikarenakan pada pekerjaan ini menggunakan 3 grup kerja, maka kebutuhan mandor adalah 0,15.

• Perhitungan Biaya

- Biaya material

Zona 1

Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00

$$= 15 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00$$

$$= \text{Rp } 784.500,00$$

Pasir beton = kebutuhan material Rp 118.100,00

$$= 0,783 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 118.100,00$$

$$= \text{Rp } 92.472,00$$

- Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $1,071 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 144.300,00$
 = Rp 154.545,00
- Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = $430,692 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$
 = Rp 12.921,00
- Zona 2
- Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00
 = 9 zak x Rp 52.300,00
 = Rp 470.700,00
- Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00
 = $0,449 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 118.100,00$
 = Rp 53.027,00
- Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $0,614 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 144.300,00$
 = Rp 88.600,00
- Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = $246,944 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$
 = Rp 7.408,00
- Biaya sewa alat
- Zona 1
- Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 1 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 494.000,00
- Zona 2
- Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 1 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 494.000,00
- Biaya upah
- Zona 1

Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00 = 0,05 x 1 hari x Rp 100.000,00 = Rp 5.000,00
Br. Cor	= jumlah buruh angkut x total durasi x Rp 70.000,00 = 2 org x 1 hari x Rp 70.000,00 = Rp 140.000,00
Zona 2	
Mandor	= jumlah mandor x total durasi x Rp 100.000,00 = 0,05 x 1 hari x Rp 100.000,00 = Rp 5.000,00
Br. Cor	= jumlah buruh angkut x total durasi x Rp 70.000,00 = 2 org x 1 hari x Rp 70.000,00 = Rp 140.000,00

4.10.2 Lantai Kerja Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Lantai kerja pada pit lift luasannya tidak akan penuh sesuai dengan luas dasar pit lift namun akan dikurangi luasan pile cap yang menumpunya. Perhitungan luas bersih pit lift dibahas pada bab 4.2.5.3. Detail luasan pit lift dan pile cap tertera pada Gambar 4.3.

- Volume beton

Tinggi lantai kerja = 5 cm = 0,05 m

Volume = luas bersih x tinggi urugan
= 4,706 m² x 0,05 m
= 0,235 m³

- Kebutuhan semen

Volume semen = volume beton x kebutuhan semen

$$= 0,235 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 2 \text{ zak}$$

- Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}}$$

$$= \frac{0,235 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,074 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan kerikil

$$\text{Volume kerikil} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}}$$

$$= \frac{0,235 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,102 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air}$$

$$= 0,235 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 40,836 \text{ liter}$$

Keterangan:

- Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus (2.83), nilai kebutuhan semen melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.
- Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus (2.84), nilai kebutuhan pasir melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat pasir menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan kerikil menggunakan rumus (2.85), nilai kebutuhan kerikil melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat kerikil menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus (2.86), nilai kebutuhan air melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.

- **Perhitungan Durasi**

Perhitungan durasi pada pekerjaan lantai kerja terdiri dari dua jenis pekerjaan, yaitu durasi untuk mencampur beton dan durasi untuk memasang beton. Perhitungan durasi mencampur beton menggunakan rumus (2.96) sedangkan perhitungan durasi untuk memasang beton menggunakan rumus (2.97).

Durasi mencampur beton

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right) \\ &= \left(\frac{0,235 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right) \\ &= 0,129 \text{ jam} = 0,016 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang beton

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right) \\ &= \left(\frac{0,235 \text{ m}^3}{2 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right) \\ &= 0,385 \text{ jam} = 0,048 \text{ hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Durasi} &= \text{durasi mencampur beton} + \text{durasi} \\ &\quad \text{memasang beton} \\ &= 0,016 \text{ hari} + 0,048 \text{ hari} \\ &= 0,064 \text{ hari} = 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi untuk mencampur beton melihat pada tabel (2.13) dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan mencampur beton dengan mesin pengaduk. Kapasitas produksi untuk memasang beton juga melihat pada tabel yang sama dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan memasang beton struktural.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang cor dan 1 buruh untuk vibrator. 1 mandor membawahi 20 tukang, dikarenakan pada pekerjaan ini menggunakan 3 grup kerja, maka kebutuhan mandor adalah 0,15.

- **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00
 = 2 zak x Rp 52.300,00
 = Rp 104.600,00

Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00
 = $0,074 \text{ m}^3$ x Rp 118.100,00
 = Rp 8.739,00

Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $0,102 \text{ m}^3$ x Rp 144.300,00
 = Rp 14.719,00

Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = 40,836 liter x Rp 30,00
 = Rp 1.226,00

- Biaya sewa alat

Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 1 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 494.000,00

- Biaya upah

Mandor = jumlah mandor x total durasi x
 Rp 100.000,00
 = $0,05$ x 1 hari x Rp 100.000,00
 = Rp 5.000,00

Br. Cor = jumlah buruh angkut x total
 durasi x Rp 70.000,00
 = 2 org x 1 hari x Rp 70.000,00
 = Rp 140.000,00

4.10.3 Lantai Kerja Tie Beam

- **Perhitungan Volume**

Volume lantai kerja tie beam tergantung dari type tie beam dan panjangnya. Dikarenakan panjang tie beam yang bermacam-macam, berikut ini adalah perhitungan volume beton lantai kerja tie beam menurut jenis tie beam.

- TB1 (lantai kerja as E-1-2)

$$\text{Dimensi} = 25/50$$

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2,65 \text{ m}$$

Volume beton

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\ &= (0,25 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,05 \text{ m} \times 2,65 \text{ m} \\ &= 0,060 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0,060 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 1 \text{ zak} \end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\ &= \frac{0,060 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,019 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,060 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,026 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air}$$

$$= 0,060 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 10,348 \text{ liter}$$

- TB2 (urugan as 3'-D'-E)

Dimensi = 20/40

Tinggilantai kerja = 5 cm = 0,05 m

Panjang = 1,03 m

Volume beton

$$\text{Volume beton} = (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$$

$$= (0,20 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,05 \text{ m} \times 1,03 \text{ m}$$

$$= 0,021 \text{ m}^3$$

Kebutuhan semen

$$\text{Volume semen} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen}$$

$$= 0,021 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$$

$$= 1 \text{ zak}$$

Kebutuhan pasir

$$\text{Volume pasir} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}}$$

$$= \frac{0,021 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,006 \text{ m}^3$$

Kebutuhan kerikil

$$\text{Volume kerikil} = \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}}$$

$$= \frac{0,021 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}$$

$$= 0,009 \text{ m}^3$$

Kebutuhan air

$$\text{Volume air} = \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air}$$

$$= 0,021 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3}$$

- TB3 (urugan as 11-A-B)

Dimensi = 25/40

Tinggi lantai kerja = 5 cm = 0,05 m

Panjang = 1,75 m

Volume beton

$$\begin{aligned}\text{Volume beton} &= (\text{lebar tiebeam} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\ &= (0,25 \text{ m} + (2 \times 0,11 \text{ m})) \times 0,05 \text{ m} \times 1,75 \text{ m} \\ &= 0,039 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned}\text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan semen} \\ &= 0,039 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 1 \text{ zak}\end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned}\text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\ &= \frac{0,039 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,012 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned}\text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,039 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,017 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 0,039 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 6,834 \text{ liter}\end{aligned}$$

Keterangan:

- Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus (2.83), nilai kebutuhan semen melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.
- Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus (2.84), nilai kebutuhan pasir melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat pasir menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan kerikil menggunakan rumus (2.85), nilai kebutuhan kerikil melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat kerikil menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus (2.86), nilai kebutuhan air melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.

Pada zona 1 terdapat total volume beton sebesar 4,151 m³, sehingga diperoleh:

- Kebutuhan semen sebesar 24 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 1,309 m³
- Kebutuhan kerikil sebesar 1,792 m³
- Kebutuhan air sebesar 720,377 liter

Sedangkan pada zona 2 terdapat total volume beton sebesar 3,969 m³, sehingga diperoleh:

- Kebutuhan semen sebesar 23 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 1,252 m³
- Kebutuhan kerikil sebesar 1,714 m³
- Kebutuhan air sebesar 688,809 liter

• **Perhitungan Durasi**

Perhitungan durasi pada pekerjaan lantai kerja terdiri dari dua jenis pekerjaan, yaitu durasi untuk mencampur beton dan durasi untuk memasang beton. Perhitungan durasi mencampur beton menggunakan rumus (2.96) sedangkan perhitungan durasi untuk memasang beton menggunakan rumus (2.97).

- Zona 1

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{4,151 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 1,141 \text{ jam} = 0,143 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{4,151 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 3,399 \text{ jam} = 0,425 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \text{durasi mencampur beton} + \text{durasi} \\ &\quad \text{memasang beton} \\ &= 0,143 \text{ hari} + 0,425 \text{ hari} \\ &= 0,567 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{3,969 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 1,091 \text{ jam} = 0,136 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

$$= \left(\frac{3,969 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 3,25 \text{ jam} = 0,406 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \text{durasi mencampur beton} + \text{durasi} \\ &\quad \text{memasang beton} \\ &= 0,136 \text{ hari} + 0,406 \text{ hari} \\ &= 0,542 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi untuk mencampur beton melihat pada tabel (2.13) dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan mencampur beton dengan mesin pengaduk. Kapasitas produksi untuk memasang beton juga melihat pada tabel yang sama dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan memasang beton struktural.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang cor dan 1 buruh untuk vibrator. 1 mandor membawahi 20 tukang, dikarenakan pada pekerjaan ini menggunakan 3 grup kerja, maka kebutuhan mandor adalah 0,15.

• **Perhitungan Biaya**

- Biaya material

Zona 1

Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00
 = 24 zak x Rp 52.300,00
 = Rp 1.255.200,00

Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00
 = 1,309 m³ x Rp 118.100,00
 = Rp 154.593,00

Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = 1,792 m³ x Rp 144.300
 = Rp 258.586,00

Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = 720,377 liter x Rp 30,00
 = Rp 21.611,00

Zona 2

Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00
 = 23 zak x Rp 52.300,00
 = Rp 1.202.900,00

Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00
 = 1,252 m³ x Rp 118.100,00
 = Rp 147.861,00

Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $1,714 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 144.300,00$
 = Rp 247.330,00

Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = $688,809 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$
 = Rp 20.664,00

- Biaya sewa alat

Zona 1

Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 1 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 494.000,00

Zona 2

Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 1 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 494.000,00

- Biaya upah

Zona 1

Mandor = jumlah mandor x total durasi x
 Rp 100.000,00
 = $0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$
 = Rp 5.000,00

Br. Cor = jumlah buruh angkut x total
 durasi x Rp 70.000,00
 = $4 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00$
 = Rp 280.000,00

Zona 2

Mandor = jumlah mandor x total durasi x
 Rp 100.000,00
 = $0,05 \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$
 = Rp 5.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{Br. Cor} &= \text{jumlah buruh angkut} \times \text{total} \\
 &\quad \text{durasi} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= 4 \text{ org} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 280.000,00
 \end{aligned}$$

4.10.4 Lantai Kerja Plat Lantai Dasar

- **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume beton kerja pada plat lantai dasar berbeda dengan perhitungan volume beton lantai kerja pada struktur bawah lainnya karena luasannya tidak perlu ditambahkan dengan lebar batu bata. Karena panjang dan lebar plat yang bermacam-macam maka diambil contoh satu perhitungan pada zona 1 dan satu perhitungan pada zona 2.

- Zona 1 (Plat nomor 1)

$$\text{Panjang} = 1,225$$

$$\text{Lebar} = 2,125$$

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

Volume beton

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &\quad \text{urugan} \\
 &= 1,225 \text{ m} \times 2,125 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \\
 &= 0,130 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned}
 \text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan} \\
 &\quad \text{semen} \\
 &= 0,130 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\
 &= 1 \text{ zak}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\
 &= \frac{0,130 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,041 \text{ m}^3$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\ &= \frac{0,130 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,056 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 0,130 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 22,589 \text{ liter} \end{aligned}$$

- Zona 2 (Plat nomor 18)

$$\text{Panjang} = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3,9 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi lantai kerja} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

Volume beton

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &\quad \text{urugan} \\ &= 1,75 \text{ m} \times 3,9 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \\ &= 0,341 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Volume semen} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan} \\ &\quad \text{semen} \\ &= 0,341 \text{ m}^3 \times \frac{5,76 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} \\ &= 2 \text{ zak} \end{aligned}$$

Kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan pasir}}{\text{berat padat pasir}} \\ &= \frac{0,341 \text{ m}^3 \times \frac{837,84 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\ &= 0,108 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kerikil} &= \frac{\text{volume beton} \times \text{kebutuhan kerikil}}{\text{berat padat kerikil}} \\
 &= \frac{0,341 \text{ m}^3 \times \frac{1146,83 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}}{\frac{2656,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}} \\
 &= 0,147 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air} &= \text{volume beton} \times \text{kebutuhan air} \\
 &= 0,341 \text{ m}^3 \times \frac{173,55 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \\
 &= 59,224 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Menghitung kebutuhan semen menggunakan rumus (2.83), nilai kebutuhan semen melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.
- Menghitung kebutuhan pasir menggunakan rumus (2.84), nilai kebutuhan pasir melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat pasir menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan kerikil menggunakan rumus (2.85), nilai kebutuhan kerikil melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm. Berat padat kerikil menggunakan tabel (2.10).
- Menghitung kebutuhan air menggunakan rumus (2.86), nilai kebutuhan air melihat pada tabel (2.11) dengan ukuran maksimum agregat 3,8 cm.

Pada zona 1 terdapat total volume beton sebesar 9,695 m³, sehingga diperoleh:

- Kebutuhan semen sebesar 56 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 3,058 m³
- Kebutuhan kerikil sebesar 4,186 m³
- Kebutuhan air sebesar 1682,592 liter

Sedangkan pada zona 2 terdapat total volume beton sebesar 9,413 m³, sehingga diperoleh:

- Kebutuhan semen sebesar 55 zak
- Kebutuhan pasir sebesar 2,969 m³

- Kebutuhan kerikil sebesar 4,064 m³
- Kebutuhan air sebesar 1633,550 liter

• **Perhitungan Durasi**

Perhitungan durasi pada pekerjaan lantai kerja terdiri dari dua jenis pekerjaan, yaitu durasi untuk mencampur beton dan durasi untuk memasang beton. Perhitungan durasi mencampur beton menggunakan rumus (2.96) sedangkan perhitungan durasi untuk memasang beton menggunakan rumus (2.97).

- Zona 1

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \right) \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= \left(\frac{9,695 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 2,666 \text{ jam} = 0,333 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \right) \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= \left(\frac{9,695 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 7,938 \text{ jam} = 0,992 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \text{durasi mencampur beton} + \text{durasi} \\ &\quad \text{memasang beton} \\ &= 0,333 \text{ hari} + 0,992 \text{ hari} \\ &= 1,326 \text{ hari} = 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi mencampur beton

$$= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \right) \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= \left(\frac{9,413 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 1,1 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right)$$

$$= 2,588 \text{ jam} = 0,324 \text{ hari}$$

Durasi memasang beton

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\text{volume beton}}{\text{jumlah pekerja}} \times \text{kapasitas produksi} \right) \\
 &= \left(\frac{9,413 \text{ m}^3}{4 \text{ orang}} \times 3,275 \text{ jam/ m}^3/\text{orang} \right) \\
 &= 7,707 \text{ jam} = 0,963 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi} &= \text{durasi mencampur beton} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang beton} \\
 &= 0,324 \text{ hari} + 0,963 \text{ hari} \\
 &= 1,287 \text{ hari} = 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- Kapasitas produksi untuk mencampur beton melihat pada tabel (2.13) dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan mencampur beton dengan mesin pengaduk. Kapasitas produksi untuk memasang beton juga melihat pada tabel yang sama dengan mengambil nilai tengah pada pekerjaan memasang beton struktural.
- 1 grup kerja terdiri dari 1 tukang cor dan 1 buruh untuk vibrator. 1 mandor membawahi 20 tukang, dikarenakan pada pekerjaan ini menggunakan 3 grup kerja, maka kebutuhan mandor adalah 0,15.

• Perhitungan Biaya

- Biaya material

Zona 1

Semen = kebutuhan material x

Rp52.300,00,00

= 56 zak x Rp 52.300,00

= Rp 2.928.800,00

Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00

= 3,058 m³ x Rp 118.100,00

= Rp 361.150,00

Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $4,186 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 144.300,00$
 = Rp 604.040,00

Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = 1682,592 liter x Rp 30,00
 = Rp 50.478,00

Zona 2

Semen = kebutuhan material x Rp 52.300,00
 = 55 zak x Rp 52.300,00
 = Rp 2.876.500,00

Pasir beton = kebutuhan material x Rp 118.100,00
 = $2,969 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 118.100,00$
 = Rp 350.639,00

Kerikil = kebutuhan material x Rp 144.300,00
 = $4,064 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 144.300,00$
 = Rp 586.435,00

Air = kebutuhan material x Rp 30,00
 = 1633,550 liter x Rp 30,00
 = Rp 49.007,00

- Biaya sewa alat

Zona 1

Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 2 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 988.000,00

Zona 2

Molen (1 m^3) = jumlah kebutuhan x total
 durasi x Rp 494.000,00
 = 1 buah x 2 hari x Rp
 494.000,00
 = Rp 988.000,00

- Biaya upah

Zona 1	
Mandor	$= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times$ $\text{Rp } 100.000,00$ $= 0,05 \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$ $= \text{Rp } 10.000,00$
Br. Cor	$= \text{jumlah buruh angkut} \times \text{total}$ $\text{durasi} \times \text{Rp } 70.000,00$ $= 4 \text{ org} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00$ $= \text{Rp } 560.000,00$
Zona 2	
Mandor	$= \text{jumlah mandor} \times \text{total durasi} \times$ $\text{Rp } 100.000,00$ $= 0,05 \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 100.000,00$ $= \text{Rp } 10.000,00$
Br. Cor	$= \text{jumlah buruh angkut} \times \text{total}$ $\text{durasi} \times \text{Rp } 70.000,00$ $= 4 \text{ org} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 70.000,00$ $= \text{Rp } 560.000,00$

4.11 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting yang ada pada pembangunan ini terdiri dari 2 macam, yaitu bekisting batu bata merah dan bekisting kayu. Bekisting batu bata merah diperuntukkan pekerjaan struktur bawah, yang terletak di dalam tanah. Sedangkan bekisting kayu untuk pekerjaan struktur atas dimana letak struktur atas tersebut berada di atas tanah.

4.11.1 Bekisting Batu Bata Merah

Struktur yang menggunakan bekisting batu bata merah yaitu struktur pile cap, kolom pendek, dan tie beam. Kebutuhan yang dihitung untuk bekisting ini antara lain kebutuhan batu bata, semen, pasir, dan air.

4.11.1.1 Bekisting Batu Bata Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

Pile cap yang terdapat pada proyek ini terdiri dari 3 jenis bentuk, yaitu persegi (PC 1, PC 1-A dan PC 4), persegi panjang (PC 2), dan segi enam (PC3). Berikut ini akan dibahas perhitungan volume (luas) bekisting (m^2) pada pile cap berdasarkan typenya sekaligus juga kebutuhan bahan bekisting tersebut, seperti batu bata, semen, pasir, dan air. Kemudian luas bekisting pile cap per type tersebut akan dikalikan dengan jumlah pile cap per zona sehingga dihasilkan luas total bekisting dan kebutuhan total bahan bekisting pile cap tiap zona. Perhitungan luas bekisting ini memakai rumus (2.101).

- PC 2 (persegi panjang)

$$\text{Panjang PC} = 2\text{m}$$

$$\text{Lebar PC} = 0,8\text{m}$$

$$\text{Tinggi PC} = 0,45\text{m}$$

$$\text{Tebal mortar} = 1,5$$

$$\text{Perbandingan campuran} = 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{keliling pc} \times \text{tinggi pc} \\ &= (2 \times (2\text{m} + 0,8\text{m})) \times 0,45\text{m} \\ &= 2,52\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 2,52\text{m}^2 \times \frac{64,44\text{buah}}{1\text{m}^2} \\ &= 162,39 \text{ buah} \end{aligned}$$

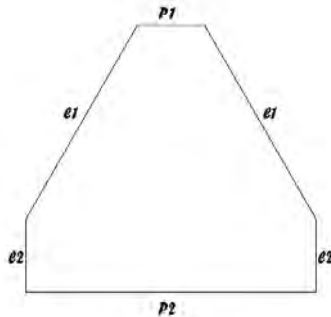
Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned} \text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \\ &\quad \text{keb. batu bata}) \\ &= 162,39 + (3,5\% \times 162,39) \\ &= 169 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan mortar} = \text{kebutuhan batu bata} \times$$

$$\begin{aligned}
 & \text{keperluan mortar} \\
 & = 169 \times \frac{0,81\text{m}^3}{1000\text{buah}} \\
 & = 0,134\text{m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} & = \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 & = \frac{0,134\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 & = 2 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} & = \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
 & = \frac{0,134\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
 & = 0,145\text{m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} & = \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\
 & = 169 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000\text{buah}} \\
 & = 42,25 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

- PC 3 (segi enam)



Gambar 4. 2 Penampang Bekisting Segi Enam

$$\begin{aligned}
 P_1 & = 0,462\text{m} \\
 P_2 & = 2\text{m} \\
 l_1 & = 1,538\text{m} \\
 l_2 & = 0,507\text{m} \\
 \text{Tebal mortar} & = 1,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perbandingan} &= 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir} \\
 \text{Luas} &= \text{keliling pc} \times \text{tinggi pc} \\
 &= (0,462\text{m} + 2\text{m} + (2 \times 1,538\text{m}) + \\
 &\quad (2 \times 0,507\text{m})) \times 0,6\text{m} \\
 &= 6,552\text{m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\
 &= 6,552\text{m}^2 \times \frac{64,44\text{buah}}{1\text{m}^2} \\
 &= 422,21 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb.} \\
 &\quad \text{batu bata}) \\
 &= 422,21 + (3,5\% \times 422,21) \\
 &= 437 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan mortar} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \\
 &\quad \text{keperluan mortar} \\
 &= 437 \times \frac{0,81\text{m}^3}{1000\text{buah}} \\
 &= 0,354\text{m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 &= \frac{0,354\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 &= 5 \text{ zak}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
 &= \frac{0,354\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
 &= 0,382\text{m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\
 &= 437 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000\text{buah}} \\
 &= 110 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada zona 1 terdapat 6 buah PC1, 4 buah PC-1A, 5 buah PC2, 6 buah PC3, dan 1 buah PC4 sehingga diperoleh:

Luas total bekisting	= 45,3 m ²
Kebutuhan batu bata	= 3024 buah
Kebutuhan mortar	= 2,449m ³
Kebutuhan semen	= 33 zak
Kebutuhan pasir	= 2,645 m ³
Kebutuhan air	= 756 liter

Sedangkan pada zona 2 terdapat 23 buah PC1 dan 2 buah PC2 sehingga diperoleh:

Luas total bekisting	= 27,12 m ²
Kebutuhan batu bata	= 1809 buah
Kebutuhan mortar	= 1,47 m ³
Kebutuhan semen	= 20 zak
Kebutuhan pasir	= 1,58 m ³
Kebutuhan air	= 452,2 liter

Perhitungan volume untuk bekisting batu bata pile cap zona 1 dan zona 2 lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.1.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang batu dan 4 buruh batu)
- Keperluan mandor = $\frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pada pekerjaan bekisting batu bata terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu mengambil dan menumpuk

batu bata yang perhitungannya sesuai rumus (2.110), memilih batu bata yang sesuai rumus (2.111), mengangkut batu bata yang sesuai rumus (2.112), mencampur mortar yang sesuai rumus (2.113), mengangkut mortar yang sesuai rumus (2.114) dan memasang batu bata (2.115), Berikut ini adalah perhitungannya:

- Zona 1

Durasi mengambil dan menumpuk batu Bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{3024 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 1,68 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{3024 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 2,52 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{3024 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,796 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{2,449\text{m}^3}{1,125\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,544 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{0,449\text{m}^3}{0,75\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,816 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} : \text{jumlah pembantu} \\
 &= \left(\frac{3024 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\
 &= 11,239 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 1,68 \text{ jam} + 2,52 \text{ jam} + 0,796 \text{ jam} + \\
 &\quad 0,544 \text{ jam} + 0,816 \text{ jam} + 11,239 \\
 &\quad \text{jam} \\
 &= 17,595 \text{ jam} \\
 &= 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1809 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 1 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi Memilih batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1809 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 1,51 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1809 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,48 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1,47 \text{ m}^3}{1,125 \text{ m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,33 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1,47\text{m}^3}{0,75\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,49 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi Memasang batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \\
 &\quad \text{produksi : jumlah pembantu} \\
 &= \left(\frac{1809 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\
 &= 6,72 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 1 \text{ jam} + 1,51 \text{ jam} + 0,48 \text{ jam} + \\
 &\quad 0,33 \text{ jam} + 0,49 \text{ jam} + 6,72 \text{ jam} \\
 &= 10,53 \text{ jam} \\
 &= 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan durasi untuk bekisting pile cap zona 1 dan zona 2, lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

• Perhitungan Biaya

• Material

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Batu bata} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{harga material} \\
 &= 3024 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00 \\
 &= \text{Rp } 1.965.600,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \text{kebutuhan semen} \times \text{harga material} \\
 &= 33 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00 \\
 &= \text{Rp } 1.725.900,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= \text{kebutuhan pasir} \times \text{harga material} \\
 &= 2,645\text{m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00 \\
 &= \text{Rp } 352.579,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= \text{kebutuhan air} \times \text{harga material} \\
 &= 756 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00 \\
 &= \text{Rp } 22.680,00
 \end{aligned}$$

Zona 2

Batu bata = kebutuhan batu bata x harga material

$$= 1809 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00$$

$$= \text{Rp } 1.175.850,00$$

Semen = kebutuhan semen x harga material

$$= 20 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00$$

$$= \text{Rp } 1.046.000,00$$

Pasir = kebutuhan pasir x harga material

$$= 1,58\text{m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00$$

$$= \text{Rp } 210.614,00$$

Air = kebutuhan air x harga material

$$= 452,2 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$$

$$= \text{Rp } 13.566,00$$

- Upah

Zona 1

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah

$$= 0,15 \times 3 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 45.000,00$$

Tukang batu = jml. tukang batu x durasi x harga upah

$$= 3 \times 3 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 765.000,00$$

Buruh batu = jml. buruh batu x durasi x harga upah

$$= 4 \times 3 \times \text{Rp } 70.000,00$$

$$= \text{Rp } 840.000,00$$

Zona 2

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah

$$= 0,15 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 30.000,00$$

Tukang batu = jml. tukang batu x durasi x harga upah

$$= 3 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 510.000,00$$

Buruh batu = jml. buruh batu x durasi x harga

$$\begin{aligned}
 & \text{upah} \\
 &= 4 \times 2 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 560.000,00
 \end{aligned}$$

4.11.1.2 Bekisting Batu Bata Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume bekisting pit lift adalah dengan menghitung luasan pit lift lalu dikalikan dengan tingginya. Bekisting batu bata dipakai hanya untuk pit lift bagian luar, sehingga tingginya akan dikurangi oleh tinggi balok, tidak seperti bagian dalam yang penuh dengan bekisting berupa kayu. Gambar luasan pit lift untuk menghitung volume bekisting berikut ini sesuai dengan gambar 2.23 dengan perhitungan yang menggunakan rumus (2.113). Berikut ini adalah perhitungannya:

As C'''-3'-3''

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,65\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,58\text{m} \\
 \text{Luas} &= 1,65\text{m} \times 1,58\text{m} \\
 &= 2,607\text{m}^2
 \end{aligned}$$

As D'-3'-3''

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,65\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,58\text{m} \\
 \text{Luas} &= 1,65\text{m} \times 1,58\text{m} \\
 &= 2,607\text{m}^2
 \end{aligned}$$

As 3'-C'''-D'

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,3\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,58\text{m} \\
 \text{Luas} &= 1,3\text{m} \times 1,58\text{m} \\
 &= 2,054\text{m}^2
 \end{aligned}$$

As 3''-C'''-D'

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,3\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,58\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas} &= 1,3\text{m} \times 1,58\text{m} \\
&= 2,054\text{m}^2 \\
\text{Total luas bekisting} &= 2,607\text{m}^2 + 2,607\text{m}^2 + 2,054\text{m}^2 \\
&\quad + 2,054\text{m}^2 \\
&= 9,322\text{m}^2 \\
\text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\
&= 9,322\text{m}^2 \times \frac{77,77\text{buah}}{1\text{m}^2} \\
&= 724,972 \text{ buah} \\
\text{Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka} & \\
\text{banyaknya batu bata harus ditambah 3,5\%.} & \\
\text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb.} \\
&\quad \text{Batu bata}) \\
&= 724,972 + (3,5\% \times 724,972) \\
&= 751 \text{ buah} \\
\text{Kebutuhan mortar} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \\
&\quad \text{keperluan mortar} \\
&= 751 \times \frac{0,42\text{m}^3}{1000\text{buah}} \\
&= 0,315\text{m}^3 \\
\text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
&= \frac{0,315\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
&= 5 \text{ zak} \\
\text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
&= \frac{0,315\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\
&= 0,341\text{m}^3 \\
\text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\
&= 751 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000\text{buah}} \\
&= 187,75 \text{ liter}
\end{aligned}$$

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.1.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang batu dan 4 buruh batu)
- Keperluan mandor = $\frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

• Perhitungan Durasi

Durasi pada pekerjaan bekisting batu bata terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu mengambil dan menumpuk batu bata yang perhitungannya sesuai rumus (2.110), memilih batu bata yang sesuai rumus (2.111), mengangkut batu bata yang sesuai rumus (2.112), mencampur mortar yang sesuai rumus (2.113), mengangkut mortar yang sesuai rumus (2.114) dan memasang batu bata (2.115), Berikut ini adalah perhitungannya:

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{751 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,417 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{751 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,626 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{751 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,198 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{0,315\text{m}^3}{1,125\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,07 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{0,315\text{m}^3}{0,75\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,105 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah produksi} : \text{jumlah pembantu}} \times \text{kapasitas} \\
 &= \left(\frac{751 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\
 &= 2,79 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 0,417 \text{ jam} + 0,626 \text{ jam} + 0,198 \text{ jam} + \\
 &\quad 0,07 \text{ jam} + 0,105 \text{ jam} + 2,79 \text{ jam} \\
 &= 4,206 \text{ jam} \\
 &= 0,53 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

• Perhitungan Biaya

- Material

$$\begin{aligned}
 \text{Batu bata} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{harga material} \\
 &= 751 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00 \\
 &= \text{Rp } 488.150,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \text{kebutuhan semen} \times \text{harga material} \\
 &= 5 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00 \\
 &= \text{Rp } 261.500,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= \text{kebutuhan pasir} \times \text{harga material} \\
 &= 0,341 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00 \\
 &= \text{Rp } 45.455,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= \text{kebutuhan air} \times \text{harga material} \\
 &= 187,75 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00 \\
 &= \text{Rp } 5633,00
 \end{aligned}$$

- Upah
 - Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,15 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 15.000,00$
 - Tk. batu = jml. tukang batu x durasi x harga upah
 $= 3 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 255.000,00$
 - Br. batu = jml. buruh x durasi x harga upah
 $= 4 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 280.000,00$

4.11.1.3Bekisting Batu Bata Kolom Pendek

- **Perhitungan Volume**

Volume dari bekisting yaitu berupa luasan (m^2) dan luas yang dihitung bukan hanya luas penampang kotor dari kolom tersebut, namun luas perlu dikurangi dengan reduksi. Reduksi yang dimaksud adalah luasan dari balok tie beam yang menumpu pada kolom-kolom tersebut. Perhitungan bekisting batu bata pada kolom pendek sesuai rumus (2.114) dan berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- K1 (as 8-D)
 - Dimensi kolom:
 $b = 0,25\text{m}$
 $h = 0,25\text{m}$
 $t = 1\text{m}$
 - Dimesi balok yang ditumpu:
 Reduksi 1 (TB 1) = $b : 0,25\text{m}$
 $h : 0,5\text{m}$
 Reduksi 3 (TB1) = $b : 0,25\text{m}$
 $h : 0,5\text{m}$
 Reduksi 4 (TB1) = $b : 0,25\text{m}$
 $h : 0,5\text{m}$

$$\begin{aligned}\text{Tebal mortar} &= 0,65 \\ \text{Perbandingan} &= 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= \text{luas kotor} - \text{reduksi 1} - \text{reduksi 3} - \text{reduksi 4} \\ &= (4 \times 0,25\text{m} \times 1\text{m}) - (0,25\text{m} \times 0,5\text{m}) - \\ &\quad (0,25\text{m} \times 0,5\text{m}) - (0,25\text{m} \times 0,5\text{m}) \\ &= 0,625\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 0,625\text{m}^2 \times \frac{77,77\text{buah}}{1\text{m}^2} \\ &= 48,61 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned}\text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb.} \\ &\quad \text{batu bata}) \\ &= 48,61 + (3,5\% \times 48,61) \\ &= 51 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keb. mortar} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \\ &\quad \text{keperluan mortar} \\ &= 51 \times \frac{0,42\text{m}^3}{1000\text{buah}} \\ &= 0,02 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\ &= \frac{0,02\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\ &= 1 \text{ zak}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\ &= \frac{0,02\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\ &= 0,02\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 51 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000\text{buah}} \\ &= 12,75 \text{ liter}\end{aligned}$$

- K2 (as 3-D)

Dimensi kolom :

$$b = 0,3\text{m}$$

$$h = 0,3\text{m}$$

$$t = 1\text{m}$$

Dimesi balok yang ditumpu :

$$\text{Reduksi 1 (TB 2)} = b : 0,2\text{m}$$

$$h : 0,4\text{m}$$

$$\text{Reduksi 2 (TB1)} = b : 0,25\text{m}$$

$$h : 0,5\text{m}$$

$$\text{Reduksi 3 (TB1)} = b : 0,25\text{m}$$

$$h : 0,5\text{m}$$

$$\text{Reduksi 4 (TB1)} = b : 0,25\text{m}$$

$$h : 0,5\text{m}$$

$$\text{Tebal mortar} = 0,65$$

$$\text{Perbandingan} = 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{luas kotor} - \text{reduksi 1} - \text{reduksi 2} - \\ &\quad \text{reduksi 3} - \text{reduksi 4} \\ &= (4 \times 0,3\text{m} \times 1\text{m}) - (0,2\text{m} \times 0,4\text{m}) - (0,25\text{m} \\ &\quad \times 0,5\text{m}) - (0,25\text{m} \times 0,5\text{m}) - (0,25\text{m} \times \\ &\quad 0,5\text{m}) \\ &= 0,745\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 0,745\text{m}^2 \times \frac{77,77\text{buah}}{1\text{m}^2} \\ &= 57,94 \text{ buah} \end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned} \text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb.} \\ &\quad \text{batu bata}) \\ &= 57,94 + (3,5\% \times 57,94) \\ &= 60 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan mortar} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{keperluan mortar} \\
 &= 60 \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 0,03 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1 \text{ m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 &= \frac{0,03 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\
 &= 1 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1 \text{ m}^3} \times 1,08 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{0,03 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times 1,08 \text{ m}^3 \\
 &= 0,03 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\
 &= 60 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 15 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada zona 1 diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total bekisting} &= 24,405 \text{ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan batu bata} &= 1965 \text{ buah} \\
 \text{Kebutuhan mortar} &= 0,825 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} &= 11 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= 1 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= 491,25 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada zona 2 diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total bekisting} &= 17,745 \text{ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan batu bata} &= 1429 \text{ buah} \\
 \text{Kebutuhan mortar} &= 0,6 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} &= 8 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= 1 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= 357,25 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk bekisting batu bata kolom pendek zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.1.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang batu dan 4 buruh batu)
- Keperluan mandor = $\frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pada pekerjaan bekisting batu bata terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu mengambil dan menumpuk batu bata yang perhitungannya sesuai rumus (2.110), memilih batu bata yang sesuai rumus (2.111), mengangkut batu bata yang sesuai rumus (2.112), mencampur mortar yang sesuai rumus (2.113), mengangkut mortar yang sesuai rumus (2.114) dan memasang batu bata (2.115), Berikut ini adalah perhitungannya:

- Zona 1

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{1965 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 1,09 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{1965 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 1,64 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{1965 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,52 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{0,825\text{m}^3}{1,125\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,18 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi mngangkut mortar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{0,825\text{m}^3}{0,75\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,28 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \\ &\quad \text{produksi} : \text{jumlah pembantu} \\ &= \left(\frac{1965 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\ &= 7,3 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 1,09 \text{ jam} + 1,64 \text{ jam} + 0,52 \text{ jam} \\ &\quad + 0,18 \text{ jam} + 0,28 \text{ jam} + 7,3 \text{ jam} \\ &= 11,01 \text{ jam} \\ &= 2 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{1429 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 0,79 \text{ jam}\end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1429 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 1,19 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{1429 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,38 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{0,6\text{m}^3}{1,125\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,13 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{0,6\text{m}^3}{0,75\text{m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 0,2 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} : \text{jumlah pembantu} \\
 &= \left(\frac{1429 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\
 &= 5,3 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 0,79 \text{ jam} + 1,19 \text{ jam} + 0,376 \text{ jam} + \\
 &\quad 0,133 \text{ jam} + 0,2 \text{ jam} + 5,311 \text{ jam} \\
 &= 8,005 \text{ jam} \\
 &= 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan durasi untuk bekisting kolom pendek zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

- **Perhitungan Biaya**

- Material

Zona 1

Batu bata = kebutuhan batu bata x harga material

$$= 1965 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00$$

$$= \text{Rp } 1.965.600,00$$

Semen = kebutuhan semen x harga material

$$= 11 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00$$

$$= \text{Rp } 1.725.900,00$$

Pasir = kebutuhan pasir x harga material

$$= 1 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00$$

$$= \text{Rp } 352.579,00$$

Air = kebutuhan air x harga material

$$= 491,25 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$$

$$= \text{Rp } 22.680,00$$

Zona 2

Batu bata = kebutuhan batu bata x harga material

$$= 1429 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00$$

$$= \text{Rp } 1.175.850,00$$

Semen = kebutuhan semen x harga material

$$= 8 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00$$

$$= \text{Rp } 1.046.000,00$$

Pasir = kebutuhan pasir x harga material

$$= 1 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00$$

$$= \text{Rp } 210.614,00$$

Air = kebutuhan air x harga material

$$= 357,25 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00$$

$$= \text{Rp } 13.566,00$$

- Upah

Zona 1

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah

$$= 0,15 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 30.000,00$$

Tk. batu = jml. tukang batu x durasi x harga upah

$$= 3 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 510.000,00$$

Br. batu = jml. buruh batu x durasi x harga upah

$$= 4 \times 2 \times \text{Rp } 70.000,00$$

$$= \text{Rp } 560.000,00$$

Zona 2

$$\text{Mandor} = \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$= 0,15 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 30.000,00$$

$$\text{Tk. batu} = \text{jml. tukang batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$= 3 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 510.000,00$$

$$\text{Br. batu} = \text{jml. buruh batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$= 4 \times 2 \times \text{Rp } 70.000,00$$

$$= \text{Rp } 560.000,00$$

4.11.1.4Bekisting Batu Bata Tie Beam

- **Perhitungan Volume**

Volume dari bekisting yaitu berupa luasan (m^2) dan luas yang dihitung bukan hanya luas penampang kotor dari balok tie beam tersebut, namun luas perlu dikurangi dengan reduksi. Reduksi yang dimaksud adalah tebal dari plat yang menumpu pada balok-balok tersebut. Gambar sketsa bekisting batu bata tie beam tertera pada gambar 2.25 dan perhitungannya sesuai dengan rumus (2.115). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- TB 1 (as C-6-7)

Data:

$$b = 0,25\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m}$$

$$p = 3,7\text{m}$$

Plat yang menumpu :

$$\text{Plat S1 No.18, } t = 0,12\text{m}$$

$$\text{Plat S1 No.19, } t = 0,12\text{m}$$

$$\text{Plat S1 No.30, } t = 0,12\text{m}$$

Plat S1 No.31, $t = 0,12\text{m}$

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= [(0,5 \text{ m} - 0,12 \text{ m}) \times 3,7 \times 2] + (0,25 \text{ m} \times 3,7 \text{ m}) \\ &= 3,737 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Tebal mortar = 0,65

Perbandingan = 1 semen : 3 pasir

$$\begin{aligned}\text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 3,737\text{m}^2 \times \frac{77,77\text{buah}}{1\text{m}^2} \\ &= 290,63 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned}\text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb. batu bata}) \\ &= 290,63 + (3,5\% \times 290,63) \\ &= 301 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan mortar} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{keperluan mortar} \\ &= 301 \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\ &= 0,13 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\ &= \frac{0,13\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\ &= 2 \text{ zak}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\ &= \frac{0,13\text{m}^3}{1\text{m}^3} \times 1,08\text{m}^3 \\ &= 0,14\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 301 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000\text{buah}}\end{aligned}$$

$$= 75,25 \text{ liter}$$

- TB2 (as 2'-A-B'')

Data:

$$b = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 0,4 \text{ m}$$

$$p = 4,75 \text{ m}$$

Plat yang menumpu:

$$\text{Plat S1 No.20, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Plat S1 No.21, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= [(0,4 \text{ m} - 0,12 \text{ m}) \times 4,75 \times 2] + (0,2 \text{ m} \times 4,75 \text{ m}) \\ &= 3,61 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tebal mortar} = 0,65$$

$$\text{Perbandingan} = 1 \text{ semen} : 3 \text{ pasir}$$

$$\begin{aligned} \text{Keb. batu bata} &= \text{luas} \times \text{keperluan batu bata} \\ &= 3,61 \text{ m}^2 \times \frac{77,77 \text{ buah}}{1 \text{ m}^2} \\ &= 280,75 \text{ buah} \end{aligned}$$

Untuk mengatasi batu-bata yang pecah, maka banyaknya batu bata harus ditambah 3,5%.

$$\begin{aligned} \text{Tot. keb batu bata} &= \text{keb. batu bata} + (3,5\% \text{ keb. batu bata}) \\ &= 280,75 + (3,5\% \times 280,75) \\ &= 291 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan mortar} = \text{kebutuhan batu bata} \times \text{keperluan mortar}$$

$$\begin{aligned} &= 291 \times \frac{0,42 \text{ m}^3}{1000 \text{ buah}} \\ &= 0,122 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1 \text{ m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \\ &= \frac{0,122 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times 12,75 \text{ zak} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= \frac{\text{keb.mortar}}{1 \text{ m}^3} \times 1,08 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{0,122 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times 1,08 \text{ m}^3 \\
 &= 0,13 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= \text{keb batu bata} \times \text{kebutuhan air} \\
 &= 291 \text{ buah} \times \frac{250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 72,75 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada zona 1 diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total bekisting} &= 184,694 \text{ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan batu bata} &= 14867 \text{ buah} \\
 \text{Kebutuhan mortar} &= 6,24 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} &= 80 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= 6,74 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= 3716,75 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada zona 2 diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas total bekisting} &= 155,169 \text{ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan batu bata} &= 12490 \text{ buah} \\
 \text{Kebutuhan mortar} &= 5,25 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan semen} &= 67 \text{ zak} \\
 \text{Kebutuhan pasir} &= 5,67 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan air} &= 3122,5 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk bekisting tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.1.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 tukang batu dan 4 buruh batu)

- Keperluan mandor $= \frac{3}{20} = 0,15$ mandor
- Jam kerja 1 hari $= 8$ jam

• **Perhitungan Durasi**

Durasi pada pekerjaan bekisting batu bata terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu mengambil dan menumpuk batu bata yang perhitungannya sesuai rumus (2.110), memilih batu bata yang sesuai rumus (2.111), mengangkut batu bata yang sesuai rumus (2.112), mencampur mortar yang sesuai rumus (2.113), mengangkut mortar yang sesuai rumus (2.114) dan memasang batu bata (2.115), Berikut ini adalah perhitungannya:

- Zona 1

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{14867 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 8,259 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{14867 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 12,389 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{14867 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 3,912 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{6,24 \text{ m}^3}{1,125 \text{ m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \end{aligned}$$

$$= 1,388 \text{ jam}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{6,24 \text{ m}^3}{0,75 \text{ m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 2,081 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} : \text{jumlah pembantu} \\ &= \left(\frac{14867 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\ &= 55,256 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 8,259 \text{ jam} + 12,389 \text{ jam} + 3,912 \text{ jam} \\ &\quad + 1,388 \text{ jam} + 2,081 \text{ jam} + 55,256 \text{ jam} \\ &= 83,286 \text{ jam} \\ &= 11 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Zona 2

Durasi mengambil dan menumpuk batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{12490 \text{ buah}}{450 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 6,94 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi memilih batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{12490 \text{ buah}}{300 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 10,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi mengangkut batu bata

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\ &= \frac{12490 \text{ buah}}{950 \text{ buah/jam}} : 4 \text{ buruh} \\ &= 3,29 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi mencampur mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{5,25 \text{ m}^3}{1,125 \text{ m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 1,17 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi mengangkut mortar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{kebutuhan mortar}}{\text{kapasitas produksi}} : \text{jumlah buruh} \\
 &= \frac{5,25 \text{ m}^3}{0,75 \text{ m}^3/\text{jam}} : 4 \text{ buruh} \\
 &= 1,75 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Durasi memasang batu bata

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{total kebutuhan batu bata}}{1000 \text{ buah produksi} : \text{jumlah pembantu}} \times \text{kapasitas} \\
 &= \left(\frac{12490 \text{ buah}}{1000 \text{ buah}} \times 11,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ tukang} \\
 &= 46,4 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 6,94 \text{ jam} + 10,4 \text{ jam} + 3,29 \text{ jam} + \\
 &\quad 1,17 \text{ jam} + 1,75 \text{ jam} + 46,4 \text{ jam} \\
 &= 69,97 \text{ jam} \\
 &= 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan durasi untuk bekisting tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

• Perhitungan Biaya

- Material

Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Batu bata} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{harga material} \\
 &= 14867 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00 \\
 &= \text{Rp } 9.663.550,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \text{kebutuhan semen} \times \text{harga material} \\
 &= 80 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00 \\
 &= \text{Rp } 4.184.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= \text{kebutuhan pasir} \times \text{harga material} \\
 &= 6,74 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 898.442,00$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \text{kebutuhan air} \times \text{harga material} \\ &= 3716,75 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00 \\ &= \text{Rp } 111.503,00\end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Batu bata} &= \text{kebutuhan batu bata} \times \text{harga material} \\ &= 12490 \text{ buah} \times \text{Rp } 650,00 \\ &= \text{Rp } 8.118.500,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= \text{kebutuhan semen} \times \text{harga material} \\ &= 67 \text{ zak} \times \text{Rp } 52.300,00 \\ &= \text{Rp } 3.504.100,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= \text{kebutuhan pasir} \times \text{harga material} \\ &= 5,67 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 133.300,00 \\ &= \text{Rp } 755.811,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \text{kebutuhan air} \times \text{harga material} \\ &= 3122,5 \text{ liter} \times \text{Rp } 30,00 \\ &= \text{Rp } 93.675,00\end{aligned}$$

- Upah

Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,15 \times 11 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 165.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. batu} &= \text{jml. tukang batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 11 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 2.805.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bur. batu} &= \text{jml. buruh batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 4 \times 11 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 3.080.000,00\end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,15 \times 9 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 135.000,00\end{aligned}$$

$$\text{Tk. batu} = \text{jml. tukang batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 \times 9 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 2.295.000,00 \\
 \text{Br. batu} &= \text{jml. buruh batu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 4 \times 9 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 2.520.000,00
 \end{aligned}$$

4.11.2 Bekisting Kayu

Struktur yang menggunakan bekisting batu bata kayu yaitu struktur kolom, balok, plat, dan tangga. Seperti halnya pada perhitungan bekisting sebelumnya, perhitungan bekisting kayu juga akan membahas keperluan material yang adakan dipakai sebagai bekisting, seperti kebutuhan kayu dan paku.

4.11.2.1 Bekisting Kayu Kolom

- **Perhitungan Volume**

Volume dari bekisting yaitu berupa luasan (m^2) dan luas yang dihitung bukan hanya luas penampang kotor dari kolom tersebut, namun luas perlu dikurangi dengan reduksi. Reduksi yang dimaksud adalah luasan dari balok-balok yang menumpu pada kolom tersebut. Sketsa gambar bekisting pada kolom tertera pada gambar 2.26 dan 2.27 dengan perhitungan yang sesuai dengan rumus (2.130). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- K2 (lantai 1as 6-D)

Dimensi kolom:

$$b = 0,3 \text{ m}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$t = 3,96 \text{ m}$$

Dimesi balok yang ditumpu:

$$\text{Reduksi 1 (B1)} = b : 0,25 \text{ m}$$

$$h : 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Reduksi 3 (B1)} = b : 0,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 & h : 0,5 \text{ m} \\
 \text{Reduksi 4 (B1)} &= b : 0,25 \text{ m} \\
 & h : 0,5 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \text{luas kotor} - \text{reduksi 1} - \text{reduksi 3} - \text{reduksi 4} \\
 &= (4 \times 0,3 \text{ m} \times 3,96 \text{ m}) - (0,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) - (0,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) - (0,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \\
 &= 4,377 \text{ m}^2 \\
 \text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\
 &= \frac{4,377 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,59 \text{ m}^3 \\
 &= 0,258 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\
 &= \frac{4,377 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,865 \text{ kg} \\
 &= 1,692 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\
 &= \frac{4,377 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\
 &= 1,258 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

- K3 (lantai 1 as 4-E)

Dimensi kolom:

$$b = 0,4 \text{ m}$$

$$h = 0,4 \text{ m}$$

$$t = 3,96 \text{ m}$$

Dimesi balok yang ditumpu:

$$\text{Reduksi 1 (B1)} = b : 0,25 \text{ m}$$

$$h : 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Reduksi 4 (B1)} = b : 0,25 \text{ m}$$

$$h : 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= \text{luas kotor} - \text{reduksi 1} - \text{reduksi 4} \\
 &= (4 \times 0,4 \text{ m} \times 3,96 \text{ m}) - (0,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) - (0,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \\
 &= 6,086 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\
 &= \frac{6,086 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,59 \text{ m}^3 \\
 &= 0,359 \text{ m}^3 \\
 \text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\
 &= \frac{6,086 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,865 \text{ kg} \\
 &= 2,352 \text{ kg} \\
 \text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\
 &= \frac{6,086 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\
 &= 1,75 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Pada kolom lantai 1 diperoleh:

- Zona 1
 - Luas total bekisting = 120,559 m²
 - Kebutuhan kayu = 7,113 m³
 - Kebutuhan paku = 46,596 kg
 - Kebutuhan oli = 34,661 liter
- Zona 2
 - Luas total bekisting = 105,635 m²
 - Kebutuhan kayu = 6,232 m³
 - Kebutuhan paku = 40,828 kg
 - Kebutuhan oli = 40,828 liter

Perhitungan volume untuk bekisting kolom lantai 1 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Luas total bekisting = 104,385 m²
 - Kebutuhan kayu = 6,159 m³
 - Kebutuhan paku = 40,345 kg
 - Kebutuhan oli = 30,011 liter
- Zona 2
 - Luas total bekisting = 45,431 m²

Kebutuhan kayu	= 2,68 m ³
Kebutuhan paku	= 17,559 kg
Kebutuhan oli	= 13,061 liter

Perhitungan volume untuk bekisting kolom lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 3 diperoleh:

Luas total bekisting	= 102,975 m ²
Kebutuhan kayu	= 6,076 m ³
Kebutuhan paku	= 39,8 kg
Kebutuhan oli	= 29,605 liter

Perhitungan volume untuk bekisting kolom lantai 3 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 4 diperoleh:

Luas total bekisting	= 90,231 m ²
Kebutuhan kayu	= 5,324 m ³
Kebutuhan paku	= 34,874 kg
Kebutuhan oli	= 24,856 liter

Perhitungan volume untuk bekisting kolom lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan total kayu dan paku untuk bekisting kolom lantai 1- 4 yaitu:

Kebutuhan kayu	= 33,584m ³
Kebutuhan paku	= 220 kg
Kebutuhan oli	= 173,022 liter

• Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang kayu dan 9 buruh kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor

- Jam kerja 1 hari = 8 jam

• **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan bekisting kayu, durasi terdiri dari durasi pabriksi bekisting (menyetel) yang menggunakan rumus (2.140), durasi pemasangan bekisting yang menggunakan rumus (2.141), dan durasi pembongkaran yang menggunakan rumus (2.142). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- Kolom lantai 1 zona 1

Durasi pabriksi (menyetel)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi} : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{120,559\text{m}^2}{10\text{m}^2} \times 6 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 25 \text{ jam} \\ &= 4 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi} : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{120,559\text{m}^2}{10\text{m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 13 \text{ jam} \\ &= 2 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10\text{m}^2} \times \text{kapasitas produksi} : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{120,559\text{m}^2}{10\text{m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 13 \text{ jam} \\ &= 2 \text{ hari}\end{aligned}$$

Pada kolom lantai 1 diperoleh:

- Zona 1

Durasi pabriksi = 4 hari

- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikasi = 3 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting kolom lantai 1 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabrikasi = 3 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikasi = 2 hari
 - Durasi memasang = 1 hari
 - Durasi membongkar = 1 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting kolom lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 3 diperoleh:

- Durasi pabrikasi = 3 hari
- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting kolom lantai 3 dapat dilihat pada lampiran.

Pada kolom lantai 4 diperoleh:

- Durasi pabrikasi = 3 hari
- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting kolom lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan waktu total untuk bekisting kolom lantai 1- 4 yaitu:

Durasi pabrikasi = 18 hari

Durasi memasang = 11 hari

Durasi membongkar = 11 hari

• Perhitungan Biaya

- Material

Kayu meranti = vol. kayu x harga material
 $= 33,584 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00$
 $= \text{Rp } 121.658.040,00$

Paku usuk = vol. paku x Rp 16.500,00
 $= 220 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.500,00$
 $= \text{Rp } 3.630.000,00$

Minyak bekisting = vol. oli x harga material
 $= 173,022 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.600,00$
 $= \text{Rp } 1.141.945,00$

- Upah

Pabrikasi

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,45 \times 18 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 810.000,00$

Tk. kayu = jml. tukang kayu x durasi x harga upah
 $= 9 \times 18 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 13.770.000,00$

Br. kayu = jml. buruh kayu x durasi x harga upah
 $= 9 \times 18 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 11.340.000,00$

Pemasangan

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,45 \times 11 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 495.000,00$

Tk. kayu = jml. tukang kayu x durasi x harga upah

$$\begin{aligned}
 &= 9 \times 11 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 8.415.000,00 \\
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \times 11 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 6.930.000,00
 \end{aligned}$$

Membongkar

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 0,45 \times 11 \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 495.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \times 11 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 8.415.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \times 11 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 6.930.000,00
 \end{aligned}$$

4.11.2.2 Bekisting Kayu Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Bekisting kayu pada pit lift dipakai untuk bekisting pada bagian dalam pit lift, dimana sketsa bekisting tersebut terdapat pada gambar 2.24. Berikut ini akan dibahas tentang perhitungan kebutuhan material untuk bekisting kayu tersebut:

Data:

As C'''-3'-3''

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,65\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,5\text{m} \\
 \text{Luas} &= 1,65\text{m} \times 1,5\text{m} \\
 &= 2,475\text{m}^2
 \end{aligned}$$

As D'-3'-3''

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 1,65\text{m} \\
 \text{Tinggi} &= 1,5\text{m} \\
 \text{Luas} &= 1,65\text{m} \times 1,5\text{m}
 \end{aligned}$$

$$= 2,475\text{m}^2$$

As 3'-C''-D'

Panjang = 1,3m

Tinggi = 1,5m

Luas = 1,3m x 1,5m
= 1,95m²

As 3''-C''-D'

Panjang = 1,3m

Tinggi = 1,5m

Luas = 1,3m x 1,5m
= 1,95m²

$$\begin{aligned}\text{Total luas bekisting} &= 2,475\text{m}^2 + 2,475\text{m}^2 + 1,95\text{m}^2 \\ &+ 1,95\text{m}^2 \\ &= 8,85\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{8,85\text{m}^2}{10\text{m}^2} \times 0,54\text{m}^3 \\ &= 0,478 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ &= \frac{8,85\text{m}^2}{10\text{m}^2} \times 3,365\text{kg} \\ &= 2,978 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\ &= \frac{8,85 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\ &= 2,54 \text{ liter}\end{aligned}$$

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 1 grup (3 tukang kayu dan 3 buruh kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

• **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan bekisting kayu, durasi terdiri dari durasi pabrikan bekisting (menyetel) yang menggunakan rumus (2.140), durasi pemasangan bekisting yang menggunakan rumus (2.141), dan durasi pembongkaran yang menggunakan rumus (2.142). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

Durasi menyetel

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\
 &\quad \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{8,85 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 7 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\
 &= 6,195 \text{ jam} \\
 &= 0,77 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Memasang

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\
 &\quad \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{8,85 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 4 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\
 &= 3,54 \text{ jam} \\
 &= 0,44 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi membongkar

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\
 &\quad \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{8,85 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \right) : 1 \text{ grup} \\
 &= 1,549 \text{ jam} \\
 &= 0,19 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Biaya**

- **Material**

$$\begin{aligned}\text{Kayu meranti} &= \text{vol. kayu} \times \text{harga material} \\ &= 0,478 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00 \\ &= \text{Rp } 1.731.555,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Paku usuk} &= \text{vol. paku} \times \text{Rp } 16.500,00 \\ &= 2,978 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.500,00 \\ &= \text{Rp } 49.137,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Minyak bekisting} &= \text{vol. liter} \times \text{Rp } 6.600,00 \\ &= 2,54 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.600,00 \\ &= \text{Rp } 16764,00\end{aligned}$$

- **Upah**

- Pabrikasi**

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,15 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 15.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 255.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 210.000,00\end{aligned}$$

- Pemasangan**

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,15 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 15.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 255.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 210.000,00\end{aligned}$$

- Membongkar**

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,15 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 15.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 255.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 3 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 210.000,00\end{aligned}$$

4.11.2.3 Bekisting Kayu Balok

- **Perhitungan Volume**

Volume dari bekisting yaitu berupa luasan (m^2) dan luas yang dihitung bukan hanya luas penampang kotor dari balok tersebut, namun luas perlu dikurangi dengan reduksi. Reduksi yang dimaksud adalah tebal dari plat-plat yang menumpu pada balok tersebut. Sketsa bekisting kayu balok tertera pada gambar 2.28 dengan perhitungan yang sesuai dengan rumus (2.131). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- BA1 (lantai 3 as 2'-B"-D)

Data:

$$b = 0,2 \text{ m}$$

$$h = 0,4 \text{ m}$$

$$p = 4,925 \text{ m}$$

Plat yang menumpu:

$$\text{Plat S3 No.5, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Plat S3 No.6, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= [(0,4 \text{ m} - 0,12 \text{ m}) \times 4,925 \times 2] + (0,2 \text{ m} \times 4,925 \text{ m}) \\ &= 3,743 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan kayu} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu}$$

$$= \frac{3,743 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 1,15 \text{ m}^3$$

$$= 0,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan paku} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku}$$

$$= \frac{3,743 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5,455 \text{ kg}$$

$$= 2,04 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan oli} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli}$$

$$= \frac{3,743 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter}$$

$$= 1,076 \text{ liter}$$

- B1 (lantai atap as B''-2-3)

Data:

$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$p = 3,65 \text{ m}$$

Plat yang menumpu:

$$\text{Plat S6 No.4, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Plat S6 No.5, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Plat S6 No.10, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Plat S6 No.11, } t = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = [(0,5 \text{ m} - 0,12 \text{ m}) \times 3,65 \times 2] + (0,25 \text{ m} \times 3,65 \text{ m})$$

$$= 3,69 \text{ m}^2$$

$$\text{Kebutuhan kayu} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu}$$

$$= \frac{3,69 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 1,15 \text{ m}^3$$

$$= 0,42 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan paku} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku}$$

$$= \frac{3,69 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5,455 \text{ kg}$$

$$= 2,01 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan oli} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli}$$

$$= \frac{3,69 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter}$$

$$= 1,061 \text{ liter}$$

Pada balok lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Luas total bekisting = 171,44 m²
 - Kebutuhan kayu = 19,72 m³
 - Kebutuhan paku = 93,52 kg
 - Kebutuhan oli = 49,287 liter
- Zona 2
 - Luas total bekisting = 170,83 m²
 - Kebutuhan kayu = 19,65 m³
 - Kebutuhan paku = 93,19 kg
 - Kebutuhan oli = 49,114 liter

Perhitungan volume untuk bekisting balok lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai 3 diperoleh:

- Zona 1
 - Luas total bekisting = 110,6 m²
 - Kebutuhan kayu = 12,719 m³
 - Kebutuhan paku = 58,9 kg
 - Kebutuhan oli = 19,95 liter
- Zona 2
 - Luas total bekisting = 95,996 m²
 - Kebutuhan kayu = 11,04 m³
 - Kebutuhan paku = 52,37 kg
 - Kebutuhan oli = 27,6 liter

Perhitungan volume untuk bekisting balok lantai 3 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai 4 diperoleh:

- Luas total bekisting = 136,253 m²
- Kebutuhan kayu = 15,67 m³
- Kebutuhan paku = 74,33 kg

Kebutuhan oli = 39,173 liter
 Perhitungan volume untuk bekisting balok lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai atap diperoleh:
 Luas total bekisting = $131,809 \text{ m}^2$
 Kebutuhan kayu = $15,158 \text{ m}^3$
 Kebutuhan paku = 71,902 kg
 Kebutuhan oli = 37,895 liter
 Perhitungan volume untuk bekisting balok lantai atap dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan total kayu dan paku untuk bekisting balok lantai 2 - atap yaitu:
 Kebutuhan kayu = $93,957 \text{ m}^3$
 Kebutuhan paku = 444,212 kg
 Kebutuhan oli = 223,02 liter

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang kayu dan 9 buruh kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan bekisting kayu, durasi terdiri dari durasi pabriksi bekisting (menyetel) yang menggunakan rumus (2.140), durasi pemasangan bekisting yang menggunakan rumus (2.141), dan durasi pembongkaran yang menggunakan rumus (2.142). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- Balok lantai 2 zona 1

Durasi pabrikasi (menyetel)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{171,44 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 8 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 46 \text{ jam} \\ &= 6 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{171,44 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 20 \text{ jam} \\ &= 3 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{171,44 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 20 \text{ jam} \\ &= 3 \text{ hari}\end{aligned}$$

Pada balok lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabrikasi = 6 hari
 - Durasi memasang = 3 hari
 - Durasi membongkar = 3 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikasi = 6 hari
 - Durasi memasang = 3 hari
 - Durasi membongkar = 3 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting balok lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai 3 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabrikan = 4 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikan = 4 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting balok lantai 3 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai 4 diperoleh:

- Durasi pabrikan = 5 hari
- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting balok lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Pada balok lantai atap diperoleh:

- Durasi pabrikan = 5 hari
- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting balok lantai atap dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan waktu total untuk bekisting kolom lantai 1 - 4 yaitu:

- Durasi pabrikan = 30 hari
- Durasi memasang = 14 hari
- Durasi membongkar = 14 hari

• Perhitungan Biaya

- Material

$$\begin{aligned} \text{Kayu meranti} &= \text{vol. kayu} \times \text{harga material} \\ &= 93,957 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00 \end{aligned}$$

- $= \text{Rp } 340.359.233,00$
 Paku usuk $= \text{vol. paku} \times \text{Rp } 16.500,00$
 $= 444,212 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.500,00$
 $= \text{Rp } 7.329.498,00$
 Minyak bekisting $= \text{vol. oli} \times \text{Rp } 6.600,00$
 $= 223,02 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.600,00$
 $= \text{Rp } 1.471.932,00$
- Upah
- Pabrikasi
- Mandor $= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 0,45 \times 30 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 1.350.000,00$
- Tk. kayu $= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 9 \times 30 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 22.950.000,00$
- Br. kayu $= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 9 \times 30 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 18.900.000,00$
- Pemasangan
- Mandor $= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 0,45 \times 14 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 630.000,00$
- Tk. kayu $= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 9 \times 14 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 10.710.000,00$
- Br. kayu $= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 9 \times 14 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 8.820.000,00$
- Membongkar
- Mandor $= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 0,45 \times 14 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 630.000,00$
- Tk. kayu $= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$

$$\begin{aligned}
 &= 9 \times 14 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 10.710.000,00 \\
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 9 \times 14 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 8.820.000,00
 \end{aligned}$$

4.11.2.4 Bekisting Kayu Plat

- **Perhitungan Volume**

Volume dari bekisting yaitu berupa luasan (m^2) dan luas yang dihitung untuk bekisting plat ini hanya luas alasnya saja (panjang plat dan lebar plat). Tepi plat tidak dihitung karena sejajar dengan balok. Sketsa bekisting kayu plat tertera pada gambar 2.29 dengan perhitungan yang sesuai dengan rumus (2.132). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- PL3-10 (lantai 3 as A-B"-1-2)

Data :

$$p = 2,775 \text{ m}$$

$$l = 4,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas} &= 2,775 \text{ m} \times 4,75 \text{ m} \\
 &= 13,181 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\
 &= \frac{13,181 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,525 \text{ m}^3 \\
 &= 0,69 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\
 &= \frac{13,181 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,365 \text{ kg} \\
 &= 4,44 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\
 &= \frac{13,181 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\
 &= 3,79 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

- PLK4-3 (lantai 4 as E-E'-2-3)

Data :

$$p = 3,775 \text{ m}$$

$$l = 0,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= 3,775 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \\ &= 2,643 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\ &= \frac{2,643 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 0,525 \text{ m}^3 \\ &= 0,14 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\ &= \frac{2,643 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,365 \text{ kg} \\ &= 0,89 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\ &= \frac{2,643 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\ &= 0,76 \text{ liter}\end{aligned}$$

Pada plat lantai 2 diperoleh:

- Zona 1

$$\text{Luas total bekisting} = 151,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Kebutuhan kayu} = 7,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan paku} = 50,97 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan oli} = 43,543 \text{ liter}$$

- Zona 2

$$\text{Luas total bekisting} = 208,36 \text{ m}^2$$

$$\text{Kebutuhan kayu} = 10,94 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan paku} = 70,11 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan oli} = 59,904 \text{ liter}$$

Perhitungan volume untuk bekisting plat lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai 3 diperoleh:

- Zona 1
 - Luas total bekisting = 121,91 m²
 - Kebutuhan kayu = 6,4 m³
 - Kebutuhan paku = 41,02 kg
 - Kebutuhan oli = 35,05 liter
- Zona 2
 - Luas total bekisting = 109,34 m²
 - Kebutuhan kayu = 5,74 m³
 - Kebutuhan paku = 36,79 kg
 - Kebutuhan oli = 31,436 liter

Perhitungan volume untuk bekisting plat lantai 3 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai 4 diperoleh:

Luas total bekisting = 156,38 m²
 Kebutuhan kayu = 8,21 m³
 Kebutuhan paku = 52,62 kg
 Kebutuhan oli = 44,96 liter

Perhitungan volume untuk bekisting plat lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai atap diperoleh:

Luas total bekisting = 171,744 m²
 Kebutuhan kayu = 9,02 m³
 Kebutuhan paku = 57,79 kg
 Kebutuhan oli = 49,376 liter

Perhitungan volume untuk bekisting plat lantai atap dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan total kayu dan paku untuk bekisting plat lantai 1 - atap yaitu:

Kebutuhan kayu = 48,26 m³
 Kebutuhan paku = 309,31 kg
 Kebutuhan oli = 264,27 liter

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang kayu dan 9 buruh kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan bekisting kayu, durasi terdiri dari durasi pabrikasi bekisting (menyetel) yang menggunakan rumus (2.140), durasi pemasangan bekisting yang menggunakan rumus (2.141), dan durasi pembongkaran yang menggunakan rumus (2.142). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- Plat atap

Durasi pabrikasi (menyetel)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{171,744 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 32 \text{ jam} \\ &= 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi memasang

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{171,744 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 18 \text{ jam} \\ &= 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi membongkar

$$\text{Durasi} = \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{171,744 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 18 \text{ jam} \\
 &= 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pada plat lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabrikasi = 4 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikasi = 5 hari
 - Durasi memasang = 3 hari
 - Durasi membongkar = 3 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting plat lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai 3 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabrikasi = 3 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabrikasi = 3 hari
 - Durasi memasang = 2 hari
 - Durasi membongkar = 1 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting plat lantai 3 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai 4 diperoleh:

- Durasi pabrikasi = 4 hari
- Durasi memasang = 2 hari
- Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting plat lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Pada plat lantai atap diperoleh:

Durasi pabrikasi = 4 hari

Durasi memasang = 3 hari

Durasi membongkar = 2 hari

Perhitungan durasi untuk bekisting plat lantai atap dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan waktu total untuk bekisting plat lantai 1 - atap yaitu:

Durasi pabrikasi = 23 hari

Durasi memasang = 14 hari

Durasi membongkar = 12 hari

• Perhitungan Biaya

- Material

Kayu meranti = vol. kayu x harga material
 $= 48,26 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00$
 $= \text{Rp } 174.821.850,00$

Paku usuk = vol. paku x Rp 16.500,00
 $= 309,31 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.500,00$
 $= \text{Rp } 5.103.615,00$

Minyak bekisting = vol. oli x harga material
 $= 264,27 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.600,00$
 $= \text{Rp } 1.744.182,00$

- Upah

Pabrikasi

Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,45 \times 23 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 1.035.000,00$

Tk. kayu = jml. tukang kayu x durasi x harga upah
 $= 9 \times 23 \times \text{Rp } 85.000,00$
 $= \text{Rp } 17.595.000,00$

Br. kayu = jml. buruh kayu x durasi x harga upah
 $= 9 \times 23 \times \text{Rp } 70.000,00$

$$= \text{Rp } 14.490.000,00$$

Pemasangan

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 14 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 630.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 14 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 10.710.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 14 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 8.820.000,00\end{aligned}$$

Membongkar

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 12 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 540.000,00\end{aligned}$$

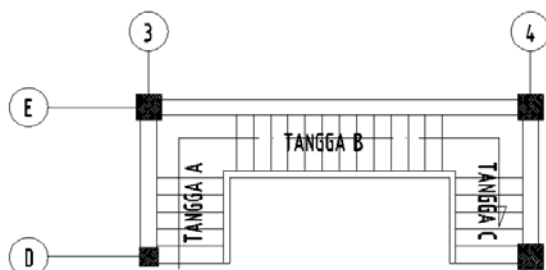
$$\begin{aligned}\text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 12 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 9.180.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 12 \times \text{Rp } 70.000,00 \\ &= \text{Rp } 7.560.000,00\end{aligned}$$

4.11.2.5Bekisting Kayu Tangga

- **Perhitungan Volume**

Pada pekerjaan bekisting tangga ini, untuk memudahkan perhitungan maka akan dibedakan menjadi 3 macam tangga, yaitu tangga A, tangga B, dan tangga C.



Gambar 4. 3 Sketsa tangga

Sisi bawah plat tangga (L_1)

- Tangga A

$$P = 1,668\text{m}$$

$$l = 1,15\text{m}$$

$$\text{Luas (A)} = 1,668\text{m} \times 1,15\text{m} = 1,918\text{m}^2$$

- Tangga B

$$P = 4,114\text{m}$$

$$l = 0,975\text{m}$$

$$\text{Luas (B)} = 4,114\text{m} \times 0,975\text{m} = 4,011\text{m}^2$$

- Tangga C

$$P = 1,279\text{m}$$

$$l = 1,151\text{m}$$

$$\text{Luas (C)} = 1,279\text{m} \times 1,151\text{m} = 1,472\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} - L_1 &= \text{Luas(A)} + \text{Luas(B)} + \text{Luas(C)} \\ &= 7,401\text{m}^2 \end{aligned}$$

Sisi Plat Bordes (L_2)

- Bordes I

$$P = 1,304\text{m}$$

$$l = 1,025\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas (I)} &= (1,304\text{m} \times 1,025\text{m}) + (1,304\text{m} \\ &\quad \times 0,12\text{m}) + (2 \times 1,025\text{m} \times 0,12\text{m}) \\ &= 1,739\text{m}^2 \end{aligned}$$

- Bordes II

$$P = 1,305\text{m}$$

$$l = 1,025\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas (II)} &= (1,305\text{m} \times 1,025\text{m}) + (1,305\text{m} \\ &\quad \times 0,12\text{m}) + (2 \times 1,025\text{m} \times 0,12\text{m}) \\ &= 1,74\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}- L_2 &= \text{Luas (I)} + \text{Luas (II)} \\ &= 3,479\text{m}^2\end{aligned}$$

Sisi Samping Tangga (L_3)

- Tangga A

$$P = 1,668\text{m}$$

$$l = 0,261\text{m}$$

$$\text{Luas (A)} = 1,668\text{m} \times 0,261\text{m} = 0,435\text{m}^2$$

- Tangga B

$$P = 4,114\text{m}$$

$$l = 0,267\text{m}$$

$$\text{Luas (B)} = 4,114\text{m} \times 0,267\text{m} = 1,098\text{m}^2$$

- Tangga C

$$P = 1,279\text{m}$$

$$l = 0,261\text{m}$$

$$\text{Luas (C)} = 1,279\text{m} \times 0,261\text{m} = 0,334\text{m}^2$$

$$\begin{aligned}- L_3 &= \text{Luas(A)} + \text{Luas(B)} + \text{Luas(C)} \\ &= 1,868\text{m}^2\end{aligned}$$

Sisi Anak Tangga (L_4)

- Tangga A

$$P = 1,15\text{m}$$

$$t = 0,165\text{m}$$

$$\text{Luas (A)} = 1,15\text{m} \times 0,165\text{m} = 1,139\text{m}^2$$

- Tangga B

$$P = 0,975\text{m}$$

$$t = 0,165\text{m}$$

$$\text{Luas (B)} = 0,975\text{m} \times 0,165\text{m} = 2,091\text{m}^2$$

- Tangga C

$$\begin{aligned}
 p &= 1,151\text{m} \\
 t &= 0,165\text{m} \\
 \text{Luas (C)} &= 1,151\text{m} \times 0,165\text{m} = 0,95\text{m}^2 \\
 - L_4 &= \text{Luas(A)} + \text{Luas(B)} + \text{Luas(C)} \\
 &= 4,179\text{m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bekisting tangga} &= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \\
 &= 16,928 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan kayu} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan kayu} \\
 &= \frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 1,035 \text{ m}^3 \\
 &= 1,752 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan paku} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan paku} \\
 &= \frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 5 \text{ kg} \\
 &= 8,464 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan oli} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{keperluan oli} \\
 &= \frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,875 \text{ liter} \\
 &= 4,867 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan total kayu dan paku untuk bekisting tangga lantai 1 - 3 yaitu:

$$\text{Kebutuhan kayu} = 5,256 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan paku} = 25,392 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan oli} = 14,6 \text{ liter}$$

• Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.11.2.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 2 grup (6 tukang kayu dan 6 buruh kayu)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor

- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan bekisting kayu, durasi terdiri dari durasi pabriksi bekisting (menyetel) yang menggunakan rumus (2.140), durasi pemasangan bekisting yang menggunakan rumus (2.141), dan durasi pembongkaran yang menggunakan rumus (2.142). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

Durasi pabriksi (menyetel)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 9 \text{ jam} \right) : 2 \text{ grup} \\ &= 8 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi memasang

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 6 \text{ jam} \right) : 2 \text{ grup} \\ &= 6 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi membongkar

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kapasitas produksi :} \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{16,928 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 4 \text{ jam} \right) : 2 \text{ grup} \\ &= 4 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Pada tangga lantai 1 diperoleh:

$$\text{Durasi pabriksi} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi memasang} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi membongkar} = 1 \text{ hari}$$

- Pada tangga lantai 2 diperoleh:
 - Durasi pabrikasi = 1 hari
 - Durasi memasang = 1 hari
 - Durasi membongkar = 1 hari
- Pada tangga lantai 3 diperoleh:
 - Durasi pabrikasi = 1 hari
 - Durasi memasang = 1 hari
 - Durasi membongkar = 1 hari

Sehingga kebutuhan waktu total untuk bekisting tangga lantai 1 - 3 yaitu:

Durasi pabrikasi = 3 hari
 Durasi memasang = 3 hari
 Durasi membongkar = 3 hari

• Perhitungan Biaya

- Material
 - Kayu meranti = vol. kayu x harga material
 = $5,256 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.622.500,00$
 = Rp 19.039.860,00
 - Paku usuk = vol. paku x Rp 16.500,00
 = $25,392 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.500,00$
 = Rp 418.968,00
 - Minyak bekisting = vol. oli x harga material
 = $14,6 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.600,00$
 = Rp 96.360,00
- Upah
 - Pabrikasi
 - Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 = $0,3 \times 3 \times \text{Rp } 100.000,00$
 = Rp 90.000,00
 - Tk. kayu = jml. tukang kayu x durasi x harga upah
 = $6 \times 33 \times \text{Rp } 85.000,00$
 = Rp 16.830.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 6 \times 3 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.260.000,00
 \end{aligned}$$

Pemasangan

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 0,3 \times 3 \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 90.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 6 \times 33 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 16.830.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 6 \times 3 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.260.000,00
 \end{aligned}$$

Membongkar

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 0,3 \times 3 \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 90.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tk. kayu} &= \text{jml. tukang kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 6 \times 33 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 16.830.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Br. kayu} &= \text{jml. buruh kayu} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 6 \times 3 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.260.000,00
 \end{aligned}$$

4.12 Pekerjaan Pembesian

Pada pekerjaan pembesian ini, panjang yang dihitung yaitu mulai dari panjang bersih tulangan, panjang penyaluran, hingga bengkokannya pula. Lalu panjang-panjang tersebut dijumlahkan, hingga mendapatkan panjang total. Panjang total kemudian akan dikalikan banyaknya tulangan. Hasil dari perhitungan ini yaitu berupa berat, dapat dihitung dengan mengalikan panjang tulangan dengan berat tulangan per meter.

4.12.1 Pembesian Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

Pembesian pada pile cap dibedakan menjadi 2 macam, tulangan arah x dan tulangan arah y, berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- PC 4

Data:

Panjang PC = 2,497 m

Lebar PC = 2,497 m

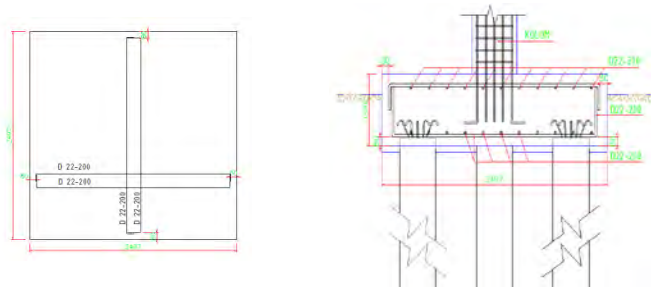
Tinggi PC = 0,6 m

Ø tulangan = 22 mm = 0,022 m

Cover = 8mm = 0,008 m

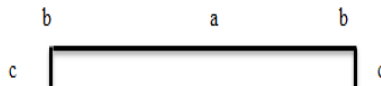
n tulangan arah x = 14 buah

n tulangan arah y = 14 buah



Gambar 4. 4 Detail penulangan PC4

Tulangan arah x (atas)

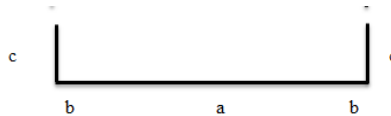


Gambar 4. 5 Potongan Tulangan Pile Cap Arah x Sisi Atas

$a = \text{panjang pc} - (2 \times \text{cover})$

$$\begin{aligned}
 &= 2,497 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m}) \\
 &= 2,337 \text{ m} \\
 b &= (5 \times db) \times 2 \\
 &= (5 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\
 &= 0,22\text{m} \\
 c &= (8 \times db) \times 2 \\
 &= (8 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\
 &= 0,352\text{m} \\
 \text{Panjang total} &= a + b + c \\
 &= 2,337 \text{ m} + 0,22 \text{ m} + 0,352 \text{ m} \\
 &= 2,909 \text{ m} \\
 \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D22} \\
 &\quad \times n \text{ tulangan} \\
 &= 2,909 \text{ m} \times 2,98 \text{ kg/m} \times 14 \\
 &= 121,36 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan arah x (bawah)

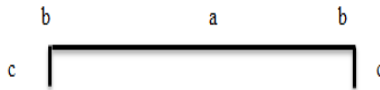


Gambar 4. 6 Potongan Tulangan Pile Cap arah x Sisi Bawah

$$\begin{aligned}
 a &= \text{panjang pc} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 2,497\text{m} - (2 \times 0,08\text{m}) \\
 &= 2,337\text{m} \\
 b &= (5 \times db) \times 2 \\
 &= (5 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\
 &= 0,22\text{m} \\
 c &= (\text{tinggi} - (2 \times \text{cover})) \times 2 \\
 &= (0,6\text{m} - (2 \times 0,08\text{m})) \times 2 \\
 &= 0,88\text{m} \\
 \text{Panjang total} &= a + b + c \\
 &= 2,337\text{m} + 0,22\text{m} + 0,88\text{m} \\
 &= 3,437\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D22} \\
 &\quad \times n \text{ tulangan} \\
 &= 3,437\text{m} \times 2,98\text{kg/m} \times 14 \\
 &= 143,39\text{kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan arah y (atas)



Gambar 4. 7 Potongan tulangan pile cap arah y sisi atas

$$\begin{aligned}
 a &= \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover}) \\
 &= 2,497\text{m} - (2 \times 0,08\text{m}) \\
 &= 2,337\text{m}
 \end{aligned}$$

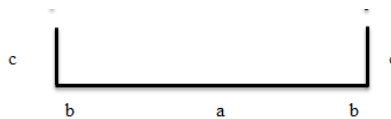
$$\begin{aligned}
 b &= (5 \times db) \times 2 \\
 &= (5 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\
 &= 0,22\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= (8 \times db) \times 2 \\
 &= (8 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\
 &= 0,352\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= a + b + c \\
 &= 2,337\text{ m} + 0,22\text{ m} + 0,352\text{ m} \\
 &= 2,909\text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D22} \\
 &\quad \times n \text{ tulangan} \\
 &= 2,909\text{ m} \times 2,98\text{ kg/m} \times 14 \\
 &= 121,36\text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan arah y (bawah)



Gambar 4. 8 Potongan tulangan pile cap arah y sisi bawah

$$\begin{aligned} a &= \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover}) \\ &= 2,497\text{m} - (2 \times 0,08\text{m}) \\ &= 2,337\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= (5 \times d_b) \times 2 \\ &= (5 \times 0,022\text{m}) \times 2 \\ &= 0,22\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= (\text{tinggi} - (2 \times \text{cover})) \times 2 \\ &= (0,6\text{m} - (2 \times 0,08\text{m})) \times 2 \\ &= 0,88\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang total} &= a + b + c \\ &= 2,337\text{m} + 0,22\text{m} + 0,88\text{m} \\ &= 3,437\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D22} \\ &\quad \times n \text{ tulangan} \\ &= 3,437\text{m} \times 2,98\text{kg/m} \times 14 \\ &= 143,39\text{kg} \end{aligned}$$

- PC 2

Data:

$$\text{Panjang PC} = 2\text{m}$$

$$\text{Lebar PC} = 0,8\text{m}$$

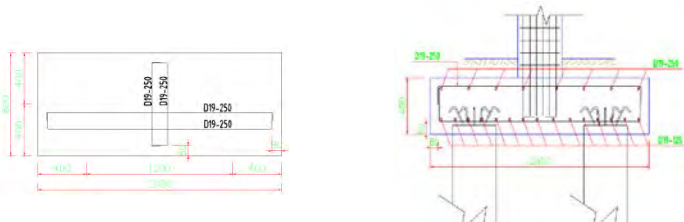
$$\text{Tinggi PC} = 0,45\text{m}$$

$$\text{Ø tulangan} = 19\text{mm} = 0,019\text{m}$$

$$\text{Cover} = 8\text{mm} = 0,008\text{m}$$

$$n \text{ tulangan arah } x = 5 \text{ buah}$$

$$n \text{ tulangan arah } y = 9 \text{ buah}$$



Gambar 4. 9 Detail penulangan PC2

Tulangan arah x (atas)

$$a = \text{panjang pc} - (2 \times \text{cover})$$

$$= 2 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})$$

$$= 1,84 \text{ m}$$

$$b = (5 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (5 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

$$c = (8 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (8 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,304 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = a + b + c$$

$$= 1,84 \text{ m} + 0,19 \text{ m} + 0,304 \text{ m}$$

$$= 2,334 \text{ m}$$

$$\text{Berat besi} = \text{panjang total} \times \text{berat besi D19} \\ \times n \text{ tulangan}$$

$$= 2,334 \text{ m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 5$$

$$= 26 \text{ kg}$$

Tulangan arah x (bawah)

$$a = \text{panjang pc} - (2 \times \text{cover})$$

$$= 2 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})$$

$$= 1,84 \text{ m}$$

$$b = (5 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (5 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

$$c = (\text{tinggi} - (2 \times \text{cover})) \times 2$$

$$= (0,45 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})) \times 2$$

$$= 0,58 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = a + b + c$$

$$= 1,84 \text{ m} + 0,19 \text{ m} + 0,58 \text{ m}$$

$$= 2,61 \text{ m}$$

$$\text{Berat besi} = \text{panjang total} \times \text{berat besi D19} \\ \times n \text{ tulangan}$$

$$= 2,61 \text{ m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 5$$

$$= 29 \text{ kg}$$

Tulangan arah y (atas)

$$a = \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover})$$

$$= 0,8 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})$$

$$= 0,64 \text{ m}$$

$$b = (5 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (5 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

$$c = (8 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (8 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,304 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = a + b + c$$

$$= 0,64 \text{ m} + 0,19 \text{ m} + 0,304 \text{ m}$$

$$= 1,134 \text{ m}$$

$$\text{Berat besi} = \text{panjang total} \times \text{berat besi D19} \\ \times n \text{ tulangan}$$

$$= 1,134 \text{ m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 9$$

$$= 22,77 \text{ kg}$$

Tulangan arah y (bawah)

$$a = \text{lebar pc} - (2 \times \text{cover})$$

$$= 0,8 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})$$

$$= 0,64 \text{ m}$$

$$b = (5 \times \text{db}) \times 2$$

$$= (5 \times 0,019 \text{ m}) \times 2$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

$$c = (\text{tinggi} - (2 \times \text{cover})) \times 2$$

$$= (0,45 \text{ m} - (2 \times 0,08 \text{ m})) \times 2$$

$$= 0,58 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = a + b + c$$

$$= 0,64 \text{ m} + 0,19 \text{ m} + 0,58 \text{ m}$$

$$= 1,41 \text{ m}$$

$$\text{Berat besi} = \text{panjang total} \times \text{berat besi D19} \\ \times n \text{ tulangan}$$

$$= 1,41 \text{ m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 9$$

$$= 28,26 \text{ kg}$$

- Pada zona 1 terdapat 6 buah PC1, 4 buah PC-1A, 5 buah PC2, 6 buah PC3, dan 1 buah PC4 sehingga diperoleh:

$$\text{Besi D13 zona 1} = 233,38 \text{ kg}$$

$$\text{Besi D19 zona 1} = 530,92 \text{ kg}$$

$$\text{Besi D22 zona 1} = 2170,97 \text{ kg}$$

- Sedangkan pada zona 2 terdapat 23 buah PC1 dan 2 buah PC2 sehingga diperoleh:

$$\text{Besi D13 zona 2} = 485,1 \text{ kg}$$

$$\text{Besi D19 zona 2} = 212,37 \text{ kg}$$

Perhitungan volume untuk pembesian pile cap zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

• Rencana Grup Kerja

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.12.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja $= 3 \text{ grup (9 tukang besi)}$
- Keperluan mandor $= \frac{9}{20} = 0,45 \text{ mandor}$
- Jam kerja 1 hari $= 8 \text{ jam}$

• Perhitungan Durasi

Untuk pekerjaan pembesian terdapat 2 macam durasi, yaitu durasi pabrikasi pembesian yang terdiri dari pekerjaan memotong sesuai rumus (2.185), membengkokkan sesuai rumus (2.186), dan mengaitkan sesuai rumus (2.187). Durasi lainnya adalah pembesian yaitu pekerjaan memasang yang sesuai rumus (2.188). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- PC 4

Tulangan arah x (atas)

Diameter tulangan = 22mm
 Panjang tulangan = 2,909m
 Jumlah tulangan = 14 buah
 Jumlah bengkokan = 28 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,09 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Membengkokan

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,14 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,27 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 0,09 \text{ jam} + 0,14 \text{ jam} + 0,27 \text{ jam} \\ &= 0,5 \text{ jam} \\ &= 0,06 \text{ hari}\end{aligned}$$

Tulangan arah x (bawah)

Diameter tulangan = 22mm
 Panjang tulangan = 3,437m
 Jumlah tulangan = 14 buah
 Jumlah bengkokan = 28 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}\end{aligned}$$

$$= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,09 \text{ jam}$$

- Membengkokkan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,14 \text{ jam}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,34 \text{ jam}$$

$$\text{Total durasi} = 0,09 \text{ jam} + 0,14 \text{ jam} + 0,34 \text{ jam}$$

$$= 0,57 \text{ jam}$$

$$= 0,07 \text{ hari}$$

Tulangan arah y (atas)

$$\text{Diameter tulangan} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang tulangan} = 2,909 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 14 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 28 \text{ buah}$$

- Memotong

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,09 \text{ jam}$$

- Membengkokkan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,14 \text{ jam}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,27 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 0,09 \text{ jam} + 0,14 \text{ jam} + 0,27 \text{ jam} \\ &= 0,5 \text{ jam} \\ &= 0,06 \text{ hari}\end{aligned}$$

Tulangan arah y (bawah)

$$\begin{aligned}\text{Diameter tulangan} &= 22 \text{ mm} \\ \text{Panjang tulangan} &= 3,437 \text{ m} \\ \text{Jumlah tulangan} &= 14 \text{ buah} \\ \text{Jumlah bengkokan} &= 28 \text{ buah}\end{aligned}$$

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,09 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,14 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,34 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 0,09 \text{ jam} + 0,14 \text{ jam} + 0,34 \text{ jam} \\ &= 0,57 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$= 0,07 \text{ hari}$$

- PC 2

Tulangan arah x (atas)

$$\text{Diameter tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang tulangan} = 2,334 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 10 \text{ buah}$$

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,03 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{10 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,05 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,1 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 0,03 \text{ jam} + 0,05 \text{ jam} + 0,1 \text{ jam} \\ &= 0,18 \text{ jam} \\ &= 0,02 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tulangan arah x (bawah)

$$\text{Diameter tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang tulangan} = 2,61 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 10 \text{ buah}$$

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,03 \text{ jam} \end{aligned}$$
 - Membengkokkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{10 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,05 \text{ jam} \end{aligned}$$
 - Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,1 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Total durasi = 0,03 jam + 0,05 jam + 0,1 jam
 = 0,18 jam
 = 0,02 hari

Tulangan arah y (atas)

- Diameter tulangan = 19 mm
 Panjang tulangan = 1,134 m
 Jumlah tulangan = 9 buah
 Jumlah bengkokan = 18 buah

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{9 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,06 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Membengkokkan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{produksi) : jumlah grup} \\
 & = \left(\frac{18 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,09 \text{ jam} \\
 - \text{ Memasang (kategori panjang tulangan } < 3\text{m)} \\
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{9 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,17 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} & = 0,06 \text{ jam} + 0,09 \text{ jam} + 0,17 \text{ jam} \\
 & = 0,32 \text{ jam} \\
 & = 0,04 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tulangan arah y (bawah)

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tulangan} & = 19 \text{ mm} \\
 \text{Panjang tulangan} & = 1,41 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} & = 9 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah bengkokan} & = 18 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Memotong} \\
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{9 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,06 \text{ jam} \\
 - \text{ Membengkokkan} \\
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{18 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,09 \text{ jam} \\
 - \text{ Memasang (kategori panjang tulangan } < 3\text{m)} \\
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{9 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,17 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} &= 0,06 \text{ jam} + 0,09 \text{ jam} + 0,17 \text{ jam} \\
 &= 0,32 \text{ jam} \\
 &= 0,04 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pada zona 1 diperoleh:
 - Durasi pabrikasi = 2 hari
 - Durasi pemasangan = 2 hari
- Pada zona 2 diperoleh:
 - Durasi pabrikasi = 1 hari
 - Durasi pemasangan = 2 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian pile cap zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian pile cap).

• Perhitungan Biaya

- Material
 - Zona 1
 - Besi D13 = volume besi x harga material
 = 233,38 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 1.910.916,00
 - Besi D19 = volume besi x harga material
 = 530,92 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 4.347.173,00
 - Besi D22 = volume besi x Rp 8.188,00
 = 2170,97 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 17.775.903,00
 - Zona 2
 - Besi D13 = volume besi x harga material
 = 485,1 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 3.971.999,00
 - Besi D19 = volume besi x harga material

$$= 212,37 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00$$

$$= \text{Rp } 1.738.886,00$$

- Upah

Zona 1

- Pabrikasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 90.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 1.530.000,00 \end{aligned}$$

- Pemasangan

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 90.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 1.530.000,00 \end{aligned}$$

Zona 2

- Pabrikasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 45.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 9 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 765.000,00 \end{aligned}$$

- Pemasangan

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \\
 &\quad \text{harga upah} \\
 &= 0,45 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\
 &= \text{Rp } 90.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \\
 &\quad \text{harga upah} \\
 &= 3 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.530.000,00
 \end{aligned}$$

4.12.2 Pembesian Pit Lift

- **Perhitungan Volume**

Berikut ini akan dibahas perhitungan volume pembesian pit lift baik pembesian menerus dan memanjang. Untuk pembesian menerus, terdapat 2 perhitungan panjang yang tergantung pada panjang dan lebar sisi pit lift, dengan data-data lain yang sama, yaitu:

$$\text{Tinggi luar} = 1,75 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi dalam} = 1,55 \text{ meter}$$

$$\text{Jarak tulangan} = 0,15 \text{ meter}$$

$$\text{Diameter} = 0,13 \text{ meter}$$

- Tulangan menerus a

$$\text{Panjang} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2,05 \text{ m}$$

$$\text{Bengkakan} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Kaitan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 12 \text{ buah}$$

Tulangan luar

$$a = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 2,6 \text{ m}$$

$$b = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 1,56 \text{ m}$$

$$c = \text{tinggi luar} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\ = 1,67 \text{ m}$$

$$d = \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\ = 1,97 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 7,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\ = 96,2 \text{ m}$$

Tulangan dalam

$$a = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\ = 2,6 \text{ m}$$

$$b = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\ = 1,56 \text{ m}$$

$$e = \text{tinggi dalam} + (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\ = 1,63 \text{ m}$$

$$f = (\text{lebar pit lift} - (2 \times 0,12)) + (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\ = 1,89 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 7,68 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\ = 94,72 \text{ m}$$

- Tulangan menerus b

$$\text{Panjang} = 2,05 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Bengkokan} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Kaitan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 15 \text{ buah}$$

Tulangan luar

$$a = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\ = 2,6 \text{ m}$$

$$b = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\ = 1,56 \text{ m}$$

$$c = \text{tinggi luar} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,67 \text{ m} \\
 d &= \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &= 1,62 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 7,45 \text{ m} \\
 \text{Panjang total} &= \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= 109,267 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Tulangan dalam} \\
 a &= 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 2,6 \text{ m} \\
 b &= 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 1,56 \text{ m} \\
 e &= \text{tinggi dalam} + (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &= 1,63 \text{ m} \\
 f &= (\text{lebar pit lift} - (2 \times 0,12)) + (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &= 1,54 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 7,33 \text{ m} \\
 \text{Panjang total} &= \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= 107,507 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan memanjang a
 - Panjang = 2,05 m
 - Lebar = 1,75 m
 - Bengkakan = 2 buah
 - Kaitan = 2 buah

$$\begin{aligned}
 &\text{Tulangan luar} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 53 \text{ buah} \\
 a &= 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 1,3 \text{ m} \\
 b &= 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 1,56 \text{ m} \\
 d &= \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &= 1,97 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 4,83 \text{ m} \\
 \text{Panjang total} &= \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= 255,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Tulangan dalam} \\
 &\text{Jumlah tulangan} = 52 \text{ buah} \\
 &a = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,3 \text{ m} \\
 &b = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,56 \text{ m} \\
 &d = \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,97 \text{ m} \\
 &\text{Panjang} = 4,83 \text{ m} \\
 &\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &\quad = 252,126 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - &\text{ Tulangan memanjang b} \\
 &\text{Panjang} = 1,75 \text{ m} \\
 &\text{Lebar} = 2,05 \text{ m} \\
 &\text{Bengkokan} = 2 \text{ buah} \\
 &\text{Kaitan} = 2 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Tulangan luar} \\
 &\text{Jumlah tulangan} = 51 \text{ buah} \\
 &a = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,3 \text{ m} \\
 &b = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,56 \text{ m} \\
 &d = \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &\quad = 1,62 \text{ m} \\
 &\text{Panjang} = 4,48 \text{ m} \\
 &\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &\quad = 226,987 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tulangan dalam

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tulangan} &= 50 \text{ buah} \\
 a &= 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 1,3 \text{ m} \\
 b &= 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah} \\
 &= 1,56 \text{ m} \\
 d &= \text{lebar pit lift} - (2 \times \text{selimut}) \times \text{jumlah} \\
 &= 1,62 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 4,48 \text{ m} \\
 \text{Panjang total} &= \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= 223,403 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil akhir didapatkan total panjang pembesian pit lift menerus adalah 407,693 meter sedangkan pembesian pit lift memanjang adalah 1362,96 meter. Total bengkokan pada pembesian pit lift menerus adalah sebanyak 216 buah dan kaitan sebanyak 108 buah sedangkan pada pembesian pit lift memanjang baik bengkokan dan kaitan adalah sebanyak 411 buah.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.12.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang besi)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Dalam menghitung durasi, semua perhitungan dari pembesian memanjang dan menerus akan ditambahkan untuk mencari 1 durasi total. Perhitungan durasi terbagi menjadi 4 macam pekerjaan, yaitu:

- Durasi memotong

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\sum \text{tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$$

- $$\begin{aligned} & \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{260}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 0,216 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Durasi membengkokkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{Bengkokan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ & \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{627}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 0,301 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Durasi mengaitkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{kaitan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ & \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{519}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 0,4 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Durasi memasang

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{Tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ & \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{260}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 0,672 \text{ jam} \end{aligned}$$

• **Perhitungan Biaya**

- Material

$$\begin{aligned} \text{Besi D13} &= \text{volume besi} \times \text{harga material} \\ &= 1841,48 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00 \\ &= \text{Rp } 1.5078.023,00 \end{aligned}$$
- Upah
 - Pabrikasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \\ & \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 45.000,00 \end{aligned}$$
 - Tk. besi

$$= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times$$

- harga upah

= $9 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00$

= $\text{Rp } 765.000,00$

• Pemasangan

Mandor = jml. mandor x tot. durasi x harga upah

= $0,45 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00$

= $\text{Rp } 45.000,00$

Tk. besi = jml. tukang besi x tot. durasi x harga upah

= $9 \times 1 \times \text{Rp } 85.000,00$

= $\text{Rp } 765.000,00$

4.12.2 Pembesian Kolom

- **Perhitungan Volume**

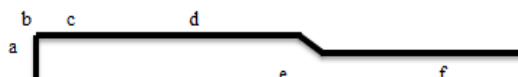
Berikut ini akan dibahas tentang perhitungan volume pembesian kolom dengan hasil akhir berupa berat besi dalam satuan kilogram. Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- K2 (kolom pendek, As 2-B')

Data:

b	= 0,3 m
h	= 0,3 m
p	= 1 m
cover	= 0,04 m
Pc yang ditumpu	= PC 3
Tinggi PC	= 0,6 m
Diameter tul. Utama	= 16 mm = 0,016 m
Ø tul. sengkang	= 10 mm = 0,01 m
n tulangan utama	= 16 buah
n tulangan sengkang	= 8 buah (tumpuan) 6 buah (lapangan)

Tulangan Utama



Gambar 4. 10 Detail Tulangan Kolom Pendek

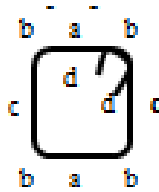
Detail Tulangan

$$\begin{aligned}
 a &= 15 \times db \\
 &= 15 \times 0,016\text{m} \\
 &= 0,24\text{m} \\
 b &= 5 \times db \\
 &= 5 \times 0,016 \\
 &= 0,08\text{m} \\
 c &= \text{tinggi pc} - 0,075\text{m} \\
 &= 0,6\text{m} - 0,075\text{m} \\
 &= 0,525\text{m} \\
 d &= p - e \\
 &= 1\text{m} - 0,08\text{m} \\
 &= 0,92\text{m} \\
 e &= 2 \times 2,5 \times db \\
 &= 2 \times 2,5 \times 0,016\text{m} \\
 &= 0,08\text{m} \\
 f &= 40 \times db \\
 &= 40 \times 0,016\text{m} \\
 &= 0,64\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= a + b + c + d + e + f \\
 &= 0,24\text{m} + 0,08\text{m} + 0,525\text{m} + \\
 &\quad 0,92\text{m} + 0,08\text{m} + 0,64\text{m} \\
 &= 2,485\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D16} \times \\
 &\quad \text{n tulangan} \\
 &= 2,485\text{m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 16 \\
 &= 62,88\text{kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan Sengkang



Gambar 4. 11 Gambar Detail Tulangan Sengkan Pada Kolom Pendek

$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times [b \text{ kolom} - (2 \times \text{cover})] \\
 &= 2 \times [0,3\text{m} - (2 \times 0,04\text{m})] \\
 &= 0,44\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 4 \times (3 \times db) \\
 &= 3 \times 0,01\text{m} \\
 &= 0,12\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= 2 \times [h \text{ kolom} - (2 \times \text{cover})] \\
 &= 2 \times [0,3\text{m} - (2 \times 0,04\text{m})] \\
 &= 0,44\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= 2 \times (6 \times db) \\
 &= 2 \times (6 \times 0,01\text{m}) \\
 &= 0,12\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= a + b + c + d \\
 &= 0,44 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,44 \text{ m} + \\
 &\quad 0,12 \text{ m} \\
 &= 1,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi (tumpuan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat} \\
 &\quad \text{besi} \times \varnothing 10 \times n \text{ tul} \\
 &= 1,12 \text{ m} \times 0,617\text{kg/m} \times 8 \\
 &= 5,53 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

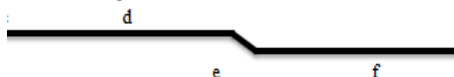
$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi (lapangan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat} \\
 &\quad \text{besi} \times \varnothing 10 \times n \text{ tul} \\
 &= 1,12 \text{ m} \times 0,617\text{kg/m} \times 6 \\
 &= 4,15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- K3 (kolom lt 3, As 4-A)

Data :

b	= 0,4 m
h	= 0,4 m
p	= 3,96 m
cover	= 0,05 m
Diameter tul. utama	= 16 mm = 0,016 m
Ø tul. sengkang	= 10 mm = 0,01 m
n tulangan utama	= 16 buah
n tulangan sengkang	= 22 buah (tumpuan) 21 buah (lapangan)

Tulangan Utama



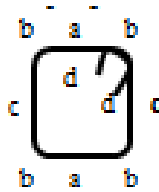
Gambar 4. 12 Detail Tulangan Kolom

$$\begin{aligned}
 d &= p - e \\
 &= 3,96\text{m} - 0,08\text{m} \\
 &= 3,88\text{m} \\
 e &= 2 \times 2,5 \times db \\
 &= 2 \times 2,5 \times 0,016\text{m} \\
 &= 0,08\text{m} \\
 f &= 40 \times db \\
 &= 40 \times 0,016\text{m} \\
 &= 0,64\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= d + e + f \\
 &= 3,88\text{ m} + 0,08\text{ m} + 0,64\text{ m} \\
 &= 4,6\text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi D16} \times \\
 &\quad \text{n tulangan} \\
 &= 4,6\text{ m} \times 1,58\text{ kg/m} \times 16 \\
 &= 116,288\text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan Sengkang



Gambar 4. 13 Detail Tulangan Sengkok Pada Kolom

$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times [b \text{ kolom} - (2 \times \text{cover})] \\
 &= 2 \times [0,4\text{m} - (2 \times 0,05\text{m})] \\
 &= 0,6\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 4 \times (3 \times db) \\
 &= 4 \times 3 \times 0,01\text{m} \\
 &= 0,12\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= 2 \times [h \text{ kolom} - (2 \times \text{cover})] \\
 &= 2 \times [0,4\text{m} - (2 \times 0,05\text{m})] \\
 &= 0,6\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= 2 \times (6 \times db) \\
 &= 2 \times (6 \times 0,01\text{m}) \\
 &= 0,12\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang total} &= a + b + c + d \\
 &= 0,6 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,6 \text{ m} + \\
 &\quad 0,12 \text{ m} \\
 &= 1,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi (tumpuan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat} \\
 &\quad \text{besi} \times \emptyset 10 \times n \text{ tul} \\
 &= 1,44 \text{ m} \times 0,617 \text{ kg/m} \times \\
 &\quad 22
 \end{aligned}$$

$$= 19,55 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi (lapangan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat} \\
 &\quad \text{besi} \times \emptyset 10 \times n \text{ tul} \\
 &= 1,44\text{m} \times 0,617\text{kg/m} \times \\
 &\quad 21
 \end{aligned}$$

$$= 18,66 \text{ kg}$$

Pada kolom pendek diperoleh:

- Zona 1
 Besi D16 = 1218,749 kg
 Besi Ø10 = 265,359 kg
- Zona 2
 Besi D16 = 891,373 kg
 Besi Ø10 = 228,734 kg

Perhitungan volume untuk pembesian kolom pendek zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom pendek).

Pada kolom lantai 1 diperoleh:

- Zona 1
 Besi D16 = 2442,048 kg
 Besi Ø10 = 486,887 kg
- Zona 2
 Besi D16 = 1860,608 kg
 Besi Ø10 = 702,541 kg

Perhitungan volume untuk pembesian kolom lantai 1 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom 1).

Pada kolom lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 Besi D16 = 2093,184 kg
 Besi Ø10 = 693,508 kg
- Zona 2
 Besi D16 = 1061,76 kg
 Besi Ø10 = 300,306 kg

Perhitungan volume untuk pembesian kolom lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom 2).

Pada kolom lantai 3 diperoleh:

Besi D16 = 2093,184 kg

Besi Ø10 = 693,508 kg

Perhitungan volume untuk pembesian kolom lantai 3 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom 3).

Pada kolom lantai 4 diperoleh:

Besi D16 = 1824,71 kg

Besi Ø10 = 610,682 kg

Perhitungan volume untuk pembesian kolom lantai 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom 4).

Sehingga kebutuhan total besi untuk pembesian kolom pendek – lantai 4 yaitu:

Besi D16 = 13485,62 kg

Besi Ø10 = 3981,53 kg

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.12.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang besi)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Untuk pekerjaan pembesian terdapat 2 macam durasi, yaitu durasi pabrikasi pembesian yang terdiri dari pekerjaan memotong sesuai rumus (2.185), membengkokkan sesuai rumus (2.186), dan mengaitkan sesuai rumus (2.187). Durasi lainnya adalah pembesian yaitu pekerjaan memasang yang sesuai rumus (2.188). Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- K2 (kolom pendek, As 2-B')

Tulangan utama

Diameter tulangan = 16 mm

Panjang tulangan = 2,485 m

Jumlah tulangan = 16 buah

Jumlah bengkokan = 48 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{16 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,11 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Membengkokan

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{48 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,24 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{16 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,31 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 0,11 \text{ jam} + 0,24 \text{ jam} + 0,31 \text{ jam} \\ &= 0,66 \text{ jam} \\ &= 0,08 \text{ hari}\end{aligned}$$

Tulangan sengkang

Diameter tulangan = 10 mm

Panjang tulangan = 3,36 m

Jumlah tulangan = 14 buah

Jumlah bengkokan = 70 buah

Jumlah kaitan = 28 buah

- Memotong

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{produksi) : jumlah grup} \\
 & = \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,09 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokkan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{70 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,27 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Mengaitkan

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ kaitan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi) :} \right. \\
 & \quad \left. \text{jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,85 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,17 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} & = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\
 & \quad \left. \text{produksi) : jumlah grup} \right) \\
 & = \left(\frac{14 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 6 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 & = 0,28 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} & = 0,09 \text{ jam} + 0,27 \text{ jam} + 0,17 \text{ jam} \\
 & \quad + 0,28 \text{ jam} \\
 & = 0,81 \text{ jam} \\
 & = 0,1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- K3 (kolom lt 3, As 4-A)

Tulangan utama

$$\text{Diameter tulangan} = 16\text{mm}$$

$$\text{Panjang tulangan} = 4,6\text{m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 16 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokkan} = 32 \text{ buah}$$

- Memotong

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right)$$

- produksi) : jumlah grup

$$= \left(\frac{16 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,11 \text{ jam}$$
- Membengkokkan
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{32 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,16 \text{ jam}$$
 - Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{16 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,39 \text{ jam}$$
- Total durasi
$$= 0,11 \text{ jam} + 0,16 \text{ jam} + 0,39 \text{ jam}$$

$$= 0,66 \text{ jam}$$

$$= 0,08 \text{ hari}$$

Tulangan sengkang

Diameter tulangan = 10 mm

Panjang tulangan = 4,32 m

Jumlah tulangan = 43 buah

Jumlah bengkokan = 215 buah

Jumlah kaitan = 86 buah

- Memotong
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{43 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,29 \text{ jam}$$
- Membengkokkan
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{215 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,82 \text{ jam} \\
 - \text{ Mengaitkan} \\
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ kaitan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{86 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,85 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,53 \text{ jam} \\
 - \text{ Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)} \\
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{43 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 6 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,86 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} &= 0,29 \text{ jam} + 0,82 \text{ jam} + 0,53 \text{ jam} \\
 &\quad + 0,86 \text{ jam} \\
 &= 2,5 \text{ jam} \\
 &= 0,31 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pada kolom pendek diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabriksi = 3 hari
 - Durasi pemasangan = 2 hari
- Zona 2
 - Durasi pabriksi = 3 hari
 - Durasi pemasangan = 2 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian kolom pendek zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom pendek).

Pada kolom lantai 1 diperoleh:

- Zona 1
 - Durasi pabriksi = 6 hari
 - Durasi pemasangan = 4 hari
- Zona 2

Durasi pabrikasi = 6 hari

Durasi pemasangan = 4 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian kolom lantai 1 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian kolom 1).

Pada kolom lantai 2 diperoleh:

- Zona 1

Durasi pabrikasi = 6 hari

Durasi pemasangan = 4 hari

- Zona 2

Durasi pabrikasi = 3 hari

Durasi pemasangan = 2 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian kolom lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran(perhitungan pekerjaan pembesian kolom 2).

Pada kolom lantai 3 diperoleh:

Durasi pabrikasi = 5 hari

Durasi pemasangan = 4 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian kolom lantai 3 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran(perhitungan pekerjaan pembesian kolom 3).

Pada kolom lantai 4 diperoleh:

Durasi pabrikasi = 4 hari

Durasi pemasangan = 3 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian kolom lantai 4 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran(perhitungan pekerjaan pembesian kolom 4).

Sehingga kebutuhan waktu total untuk pembesian kolom pendek – lantai 4 yaitu:

Durasi pabrikasi = 36 hari

Durasi pemasangan = 25 hari

- **Perhitungan Biaya**

- Material

$$\begin{aligned}\text{Besi } \varnothing 10 &= \text{volume besi} \times \text{harga material} \\ &= 3981,53 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00 \\ &= \text{Rp } 32.600.768,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besi D16} &= \text{volume besi} \times \text{harga material} \\ &= 13485,62 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00 \\ &= \text{Rp } 110.420.257,00\end{aligned}$$

- Upah

- Pabrikasi

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \\ &\quad \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 36 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 1.620.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \\ &\quad \text{harga upah} \\ &= 9 \times 36 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 27.540.000,00\end{aligned}$$

- Pemasangan

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. mandor} \times \text{tot. durasi} \times \\ &\quad \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 25 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 1.125.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \\ &\quad \text{harga upah} \\ &= 9 \times 25 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 19.125.000,00\end{aligned}$$

4.12.4 Pembesian Balok

- **Perhitungan Volume**

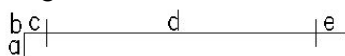
Untuk memudahkan perhitungan volume pembesian, maka diperlukan bestat tulangan. Serta pada saat menghitung, tie beam dibedakan berdasarkan arah memanjang dan melintang karena panjang dan

dimensi tie beam yang berbeda-beda. Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- TB 1 (as a-1-2)
 - b = 0,25m
 - h = 0,5m
 - P = 2,6m
 - Cover = 0,03m
 - n tul sengkang = 14 buah (tumpuan)
14 buah (lapangan)

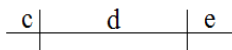
	Tumpuan	Lapangan
Tul. Atas	8D19	8D19
Tul. Tengah	2D13	2D13
Tul. Bawah	8D19	8D19
Sengkang	Ø10-100	Ø10-100

Tulangan Utama



$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 0,019\text{m} &= 0,152\text{m} \\
 b &= 5 \times 0,019\text{m} &= 0,095\text{m} \\
 c &= 0,4\text{m} - (1/3 \times 0,4\text{m}) &= 0,267\text{m} \\
 d &= &= 2,6\text{m} \\
 e &= \frac{1}{2} \times 0,4\text{m} &= 0,2\text{m} \\
 p \text{ total} &= a + b + c + d + e \\
 &= 0,152\text{m} + 0,095\text{m} + 0,267\text{m} + 2,6\text{m} + 0,2\text{m} \\
 &= 3,314\text{m}
 \end{aligned}$$

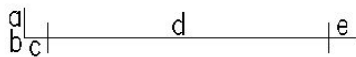
$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D19} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 3,314\text{m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 8 \\
 &= 59,116 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 c &= 0,4\text{m} - (1/3 \times 0,4\text{m}) = 0,267\text{m} \\
 d &= 2,6\text{m} \\
 e &= 1/2 \times 0,4\text{m} = 0,2\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p \text{ total} &= c + d + e \\
 &= 0,267\text{ m} + 2,6\text{m} + 0,2\text{m} \\
 &= 3,067\text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D19} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 3,067\text{m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 2 \\
 &= 13,677 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

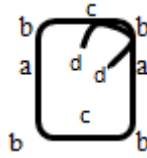


$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 0,019\text{m} = 0,152\text{m} \\
 b &= 5 \times 0,019\text{m} = 0,095\text{m} \\
 c &= 0,4\text{m} - (1/3 \times 0,4\text{m}) = 0,267\text{m} \\
 d &= 2,6\text{m} \\
 e &= 1/2 \times 0,4\text{m} = 0,2\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p \text{ total} &= a + b + c + d + e \\
 &= 0,152\text{m} + 0,095\text{m} + 0,267\text{m} + 2,6\text{m} + \\
 &\quad 0,2\text{m} \\
 &= 3,314\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D19} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 3,314\text{m} \times 2,23 \text{ kg/m} \times 8 \\
 &= 59,116 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan Sengkang



$$\begin{aligned} a &= 2 \times (h \text{ balok} - (2 \times \text{cover})) \\ &= 2 \times (0,5\text{m} - (2 \times 0,03\text{m})) \\ &= 0,88\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 4 \times (3 \times db) \\ &= 4 \times 3 \times 0,01\text{m} \\ &= 0,12\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= 2 \times (b \text{ balok} - (2 \times \text{cover})) \\ &= 2 \times (0,25\text{m} - (2 \times 0,03\text{m})) \\ &= 0,38\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 2 \times (6 \times db) \\ &= 2 \times (6 \times 0,01\text{m}) \\ &= 0,12\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ total} &= a + b + c + d \\ &= 0,88\text{m} + 0,12\text{m} + 0,38\text{m} + 0,12\text{m} \\ &= 1,5\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi (tumpuan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi} \\ &\quad \times \varnothing 10 \times n \text{ tulangan} \\ &= 1,5\text{m} \times 0,617\text{kg/m} \times 14 \\ &= 12,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

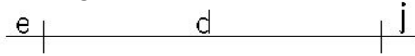
$$\begin{aligned} \text{Berat besi (lapangan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi} \\ &\quad \times \varnothing 10 \times n \text{ tulangan} \\ &= 1,5\text{m} \times 0,617\text{kg/m} \times 14 \\ &= 12,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

- B1 (balok lantai 2, as 3-B''-D)
 - b = 0,25 m
 - h = 0,5 m
 - P = 4,8 m
 - Cover = 0,03 m
 - n tul sengkang = 24 buah (tumpuan)

12 buah (lapangan)

	Tumpuan	Lapangan
Tul. Atas	6D16	3D16
Tul. Tengah	-	-
Tul. Bawah	3D16	8D16
Sengkang	Ø10-100	Ø10-200

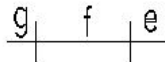
Tulangan Utama



The diagram shows a horizontal line representing a beam section. There are three vertical tick marks. The first tick mark on the left is labeled 'e'. The second tick mark is labeled 'd'. The third tick mark on the right is labeled 'j'.

$$\begin{aligned}
 d &= 4,8\text{m} \\
 e &= \frac{1}{2} \times 0,4\text{m} = 0,2\text{m} \\
 j &= \frac{1}{2} \times 0,3\text{m} = 0,15\text{m} \\
 p \text{ total} &= d + e + j \\
 &= 4,8\text{m} + 0,2\text{m} + 0,15\text{m} \\
 &= 5,15\text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D16} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 5,15\text{m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 3 \\
 &= 24,41 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

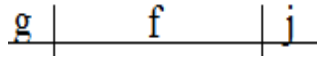


Gambar 4. 14 Bentuk Penulangan Tengah Atas Bagian Samping

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{1}{2} \times 0,4\text{m} = 0,2\text{m} \\
 f &= \frac{1}{4} \times 4,8\text{m} = 1,2\text{m} \\
 g &= 15 \times 0,016\text{m} = 0,24\text{m} \\
 p \text{ total} &= e + f + g \\
 &= 0,2\text{m} + 1,2\text{m} + 0,24\text{m} \\
 &= 1,64\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D16} \times n \\
 &\quad \text{tulangan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,64\text{m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 3 \\
 &= 7,774 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 15 bentuk penulangan tengah atas bagian samping

$$\begin{aligned}
 f &= 1/4 \times 4,8\text{m} &= 1,2\text{m} \\
 g &= 15 \times 0,016\text{m} &= 0,24\text{m} \\
 j &= 1/2 \times 0,3\text{m} &= 0,15\text{m} \\
 p \text{ total} &= f + g + j \\
 &= 1,2\text{m} + 0,24\text{m} + 0,15\text{m} \\
 &= 1,59\text{m}
 \end{aligned}$$

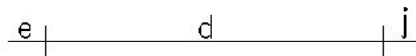
$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D16} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 1,59\text{m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 3 \\
 &= 7,537 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 16 bentuk penulangan bagian tengah bawah

$$\begin{aligned}
 h &= 2 \times 20 \times 0,016\text{m} &= 0,6\text{m} \\
 i &= 1/2 \times 4,8\text{m} &= 2,4\text{m} \\
 p \text{ total} &= h + i \\
 &= 0,6\text{m} + 2,4\text{m} \\
 &= 3,04\text{m}
 \end{aligned}$$

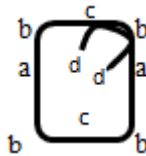
$$\begin{aligned}
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D16} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 3,04\text{m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 5 \\
 &= 24,016 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 17 bentuk penulangan bagian bawah menerus

$$\begin{aligned}
 d &= 4,8 \text{ m} \\
 e &= \frac{1}{2} \times 0,4 \text{ m} = 0,2 \text{ m} \\
 j &= \frac{1}{2} \times 0,3 \text{ m} = 0,15 \text{ m} \\
 p \text{ total} &= d + e + j \\
 &= 4,8 \text{ m} + 0,2 \text{ m} + 0,15 \text{ m} \\
 &= 5,15 \text{ m} \\
 \text{Berat besi} &= p \text{ total} \times \text{berat besi D16} \times n \\
 &\quad \text{tulangan} \\
 &= 5,15 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} \times 3 \\
 &= 24,41 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan Sengkan



$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times (h \text{ balok} - (2 \times \text{cover})) \\
 &= 2 \times (0,5 \text{ m} - (2 \times 0,03 \text{ m})) \\
 &= 0,88 \text{ m} \\
 b &= 4 \times (3 \times db) \\
 &= 4 \times 3 \times 0,01 \text{ m} \\
 &= 0,12 \text{ m} \\
 c &= 2 \times (b \text{ balok} - (2 \times \text{cover})) \\
 &= 2 \times (0,25 \text{ m} - (2 \times 0,03 \text{ m})) \\
 &= 0,38 \text{ m} \\
 d &= 2 \times (6 \times db) \\
 &= 2 \times (6 \times 0,01 \text{ m}) \\
 &= 0,12 \text{ m} \\
 P \text{ total} &= a + b + c + d \\
 &= 0,88 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,38 \text{ m} + 0,12 \text{ m} \\
 &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Berat besi (tumpuan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi} \\
 &\quad \times \emptyset 10 \times n \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

$$= 1,5\text{m} \times 0,617\text{kg/m} \times 24$$

$$= 22,212 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat besi (lapangan)} &= \text{panjang total} \times \text{berat besi} \\ &\quad \times \text{Ø} 10 \times \text{n tulangan} \\ &= 1,5\text{m} \times 0,617\text{kg/m} \times 12 \\ &= 11,106 \text{ kg}\end{aligned}$$

Pada balok tie beam diperoleh:

- Zona 1
 - Besi D13 = 25,662 kg
 - Besi D16 = 708,403 kg
 - Besi D19 = 5579,1 kg
 - Besi Ø10 = 1688,24 kg
- Zona 2
 - Besi D16 = 651,94 kg
 - Besi D19 = 5204,65 kg
 - Besi Ø10 = 1574,77 kg

Perhitungan volume untuk pembesian tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran(perhitungan pekerjaan pembesian tie beam).

Pada balok lantai 2 diperoleh:

- Zona 1
 - Besi Ø8 = 18,619 kg
 - Besi Ø10 = 545,31 kg
 - Besi Ø12 = 16,652 kg
 - Besi D13 = 25,662 kg
 - Besi D16 = 3248,4 kg
- Zona 2
 - Besi Ø10 = 1224,81 kg
 - Besi D16 = 3197,4 kg

Perhitungan volume untuk pembesian balok lantai 2 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 2).

Pada balok lantai 3 diperoleh:

- Zona 1
 - Besi Ø8 = 10,1 kg
 - Besi Ø10 = 788,15 kg
 - Besi D13 = 20,304 kg
 - Besi D16 = 2129,76 kg
- Zona 2
 - Besi Ø10 = 691,6 kg
 - Besi D16 = 1814,52 kg

Perhitungan volume untuk pembesian balok lantai 3 zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 3).

Pada balok lantai 4 diperoleh:

- Besi Ø8 = 10,1 kg
- Besi Ø10 = 1044 kg
- Besi D13 = 20,3 kg
- Besi D16 = 2656,6 kg

Perhitungan volume untuk pembesian balok lantai 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 4).

Pada balok lantai atap diperoleh:

- Besi Ø10 = 1044 kg
- Besi D16 = 2710,7 kg

Perhitungan volume untuk pembesian balok lantai atap dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai atap).

Sehingga kebutuhan besi untuk pembesian balok tie beam – lantai atap yaitu:

- Besi Ø8 = 38,819 kg
- Besi Ø10 = 8600,88 kg
- Besi Ø12 = 16,652 kg
- Besi D13 = 91,928 kg

Besi D16 = 17117,72 kg

Besi D19 = 10783,75 kg

- **Rencana Grup Kerja**

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

- TB 1 (as a-1-2)

Tulangan utama atas

Diameter tulangan= 19mm

Panjang tulangan = 3,314m

Jumlah tulangan = 8 buah

Jumlah bengkokan= 8 buah

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,05 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,04 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,19 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Total durasi} = 0,05 \text{ jam} + 0,04 \text{ jam} + 0,19 \text{ jam}$$

$$= 0,28 \text{ jam}$$

$$= 0,04 \text{ hari}$$

Tulangan utama tengah

Diameter tulangan= 19mm

Panjang tulangan = 3,067m

Jumlah tulangan = 2 buah

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{2 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,01 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{2 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,05 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 0,01 \text{ jam} + 0,05 \text{ jam} \\ &= 0,06 \text{ jam} \\ &= 0,008 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tulangan utama bawah

Diameter tulangan= 19mm

Panjang tulangan = 3,314m

Jumlah tulangan = 8 buah

Jumlah bengkokan= 8 buah

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas} \right. \\ &\quad \left. \text{produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,05 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,04 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{8 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,19 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 0,05 \text{ jam} + 0,04 \text{ jam} + 0,19 \text{ jam} \\
 &= 0,28 \text{ jam} \\
 &= 0,04 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tulangan sengkang

Diameter tulangan= 10mm

Panjang tulangan = 3m

Jumlah tulangan = 28 buah

Jumlah bengkokan= 140 buah

Jumlah kaitan = 56 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,19 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Membengkokkan

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{140 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,15 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,54 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Mengaitkan

$$\text{Durasi} = \left(\frac{\Sigma \text{ kaitan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right)$$

- : jumlah grup

$$= \left(\frac{56 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,85 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,35 \text{ jam}$$
- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{28 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 6 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,56 \text{ jam}$$
 Total durasi
$$= 0,19 \text{ jam} + 0,54 \text{ jam} + 0,35 \text{ jam}$$

$$+ 0,56 \text{ jam}$$

$$= 1,64 \text{ jam}$$

$$= 0,21 \text{ hari}$$
- B1 (balok lantai 2, as 3-B"-D)
Tulangan utama atas menerus
 Diameter tulangan= 16mm
 Panjang tulangan = 5,15m
 Jumlah tulangan = 3 buah
- Memotong
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,02 \text{ jam}$$
- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)
 Durasi
$$= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup}$$

$$= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}$$

$$= 0,07 \text{ jam}$$
 Total durasi
$$= 0,02 \text{ jam} + 0,07 \text{ jam}$$

$$= 0,09 \text{ jam}$$

$$= 0,01 \text{ hari}$$

Tulangan utama tengah atas bagian samping

Diameter tulangan= 16mm

Panjang tulangan = 1,64m

Jumlah tulangan = 3 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,02 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,06 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= 0,02 \text{ jam} + 0,06 \text{ jam} \\ &= 0,08 \text{ jam} \\ &= 0,01 \text{ hari}\end{aligned}$$

Tulangan utama tengah atas bagian samping

Diameter tulangan= 16mm

Panjang tulangan = 1,59m

Jumlah tulangan = 3 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,02 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan < 3m)

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 5,75 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,06 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} &= 0,02 \text{ jam} + 0,06 \text{ jam} \\
 &= 0,08 \text{ jam} \\
 &= 0,01 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tulangan utama tengah bawah

Diameter tulangan= 16mm

Panjang tulangan = 3,04m

Jumlah tulangan = 5 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,03 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{5 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,12 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 0,03 \text{ jam} + 0,12 \text{ jam} \\
 &= 0,15 \text{ jam} \\
 &= 0,02 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tulangan utama bawah menerus

Diameter tulangan= 16mm

Panjang tulangan = 5,15m

Jumlah tulangan = 3 buah

- Memotong

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,02 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{3 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 7,25 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,07 \text{ jam} \\ \text{Total durasi} &= 0,02 \text{ jam} + 0,07 \text{ jam} \\ &= 0,09 \text{ jam} \\ &= 0,05 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tulangan sengkang

Diameter tulangan = 10mm

Panjang tulangan = 3m

Jumlah tulangan = 36 buah

Jumlah bengkokan = 180 buah

Jumlah kaitan = 72 buah

- Memotong

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{36 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,24 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Membengkokkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ bengkokan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{180 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 1,5 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,9 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Mengaitkan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ kaitan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{72 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 2,3 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\ &= 0,55 \text{ jam} \end{aligned}$$
- Memasang (kategori panjang tulangan 3-6m)

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \left(\frac{\Sigma \text{ tulangan}}{100 \text{ buah}} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \text{jumlah grup} \\
 &= \left(\frac{36 \text{ buah}}{100 \text{ buah}} \times 6 \text{ jam} \right) : 3 \text{ grup} \\
 &= 0,72 \text{ jam} \\
 \text{Total durasi} &= 0,24 \text{ jam} + 0,9 \text{ jam} + 0,55 \text{ jam} \\
 &\quad + 0,72 \text{ jam} \\
 &= 2,41 \text{ jam} \\
 &= 0,3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pada pembesian balok tie beam diperoleh :

- Zona 1

Durasi pabrikasi = 11 hari

Durasi pemasangan = 8 hari

- Zona 2

Durasi pabrikasi = 10 hari

Durasi pemasangan = 7 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian balok tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian tie beam).

- Pada pembesian balok lantai 2 diperoleh :

- Zona 1

Durasi pabrikasi = 9 hari

Durasi pemasangan = 6 hari

- Zona 2

Durasi pabrikasi = 9 hari

Durasi pemasangan = 6 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian balok tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 2).

- Pada pembesian balok lantai 3 diperoleh :

- Zona 1
 Durasi pabrikasi = 8 hari
 Durasi pemasangan = 4 hari
- Zona 2
 Durasi pabrikasi = 6 hari
 Durasi pemasangan = 4 hari

Perhitungan durasi untuk pembesian balok tie beam zona 1 dan zona 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 3).

- Pada pembesian balok lantai 4 diperoleh :
 Durasi pabrikasi = 9 hari
 Durasi pemasangan = 6 hari
 Perhitungan durasi untuk pembesian balok lantai 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai 4).
- Pada pembesian balok lantai atap diperoleh :
 Durasi pabrikasi = 9 hari
 Durasi pemasangan = 6 hari
 Perhitungan durasi untuk pembesian balok lantai atap dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pembesian balok lantai atap).

Sehingga kebutuhan waktu total untuk pembesian balok tie beam – lantai atap yaitu :

Durasi Pabrikasi = 71 hari
 Durasi Pemasangan = 47 hari

• **Perhitungan Biaya**

- Material
 Besi Ø8 = volume besi x harga material
 = 38,819 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 317.850,00

- Besi Ø10 = volume besi x harga material
 = 8600,88 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 70.424.005,00
- Besi Ø12 = volume besi x harga material
 = 16,652 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 136.347,00
- Besi D13 = volume besi x harga material
 = 91,928 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 752.706,00
- Besi D16 = volume besi x harga material
 = 17117,72 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 140.159.891,00
- Besi D19 = volume besi x harga material
 = 10783,75 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 88.297.345,00
- Upah
- Pabrikasi

Mandor = jml. Mandor x tot. durasi x harga upah
 = 0,45 x 71 x Rp 100.000,00
 = Rp 3.195.000,00

Tukang = jml. Tukang x tot. durasi x harga upah
 = 9 x 71 x Rp 85.000,00
 = Rp 54.315.000,00
 - Pemasangan

Mandor = jml. Mandor x tot. durasi x harga upah
 = 0,45 x 47 x Rp 100.000,00
 = Rp 2.115.000,00

Tukang = jml. Tukang x tot. durasi x harga upah
 = 9 x 47 x Rp 85.000,00

$$= \text{Rp } 35.955.000,00$$

4.12.5 Pembesian Plat

- **Perhitungan Volume**

Pembesian plat baik atas maupun bawah akan dihitung sesuai dengan tulangan memanjang maupun melintang. Dikarenakan lebar dan panjang plat yang beragam, maka akan diambil satu contoh dari perhitungan pembesian plat memanjang dan melintang baik tulangan atas maupun tulangan bawahnya. Berikut ini adalah data pembesian plat:

Jarak tulangan = 0,15 m

Diameter tulangan = 0,01 m

- Tulangan memanjang (plat lantai dasar no. 1)

Panjang = 0,92 m

Lebar = 1,525 m

Bengkokan = 4 buah

Kaitan = 2 buah

Jumlah tulangan = 12 buah

Tulangan atas

a = 15 x diameter x jumlah

= 0,3 m

b = 5 x diameter x jumlah

= 0,2 m

c = panjang cover balok x jumlah

= 0,22 m

d = panjang bersih plat x jumlah

= 0,92

e = panjang cover balok x jumlah

= 0,12 m

f = 6 x diameter x jumlah

= 0,12 m

Panjang = 1,880 m

Panjang total = panjang x jumlah tulangan

$$= 19,113 \text{ m}$$

Tulangan bawah

$$a = 15 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

$$d = \text{panjang bersih plat} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,92$$

$$f = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

$$g = \text{lebar balok} - \left(\frac{1}{3} \times \text{lebar balok}\right) \times \text{jumlah}$$

$$= 0,617 \text{ m}$$

$$h = \text{lebar balok} - \left(\frac{1}{3} \times \text{lebar balok}\right) \times \text{jumlah}$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 1,807 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan}$$

$$= 18,368 \text{ m}$$

- Tulangan melintang (plat lantai atap no. 1)

$$\text{Panjang} = 7,25 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,32 \text{ m}$$

$$\text{Bengkokan} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Kaitan} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 9 \text{ buah}$$

Tulangan atas

$$a = 15 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

$$c = \text{panjang cover balok} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,22 \text{ m}$$

$$d = \text{panjang bersih plat} \times \text{jumlah}$$

$$= 7,25$$

$$e = \text{panjang cover balok} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,22 \text{ m}$$

$$f = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 8,310 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan}$$

$$= 73,128 \text{ m}$$

Tulangan bawah

$$a = 15 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$b = 5 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

$$d = \text{panjang bersih plat} \times \text{jumlah}$$

$$= 7,25$$

$$f = 6 \times \text{diameter} \times \text{jumlah}$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

$$g = \text{lebar balok} - \left(\frac{1}{3} \times \text{lebar balok}\right) \times \text{jumlah}$$

$$= 0,167 \text{ m}$$

$$h = \text{lebar balok} - \left(\frac{1}{3} \times \text{lebar balok}\right) \times \text{jumlah}$$

$$= 0,167 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 8,203 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total} = \text{panjang} \times \text{jumlah tulangan}$$

$$= 72,189 \text{ m}$$

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.12.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (9 tukang besi)
- Keperluan mandor = $\frac{9}{20} = 0,45$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pembesian, terdapat 4 macam pekerjaan yang akan dilakukan, antara lain memotong, membengkokkan, mengaitkan, dan memasang, dengan total jumlah tulangan,

bengkokan, dan kaitan yang didapat dari hasil tulangan atas dan bawah. Berikut ini adalah perhitungannya:

- Tulangan memanjang (plat lantai dasar no. 1)
 - Bengkokan = 4 buah
 - Kaitan = 2 buah
 - Jumlah tulangan = 20 buah
 - Durasi memotong
 - Durasi = $\left(\frac{\sum \text{tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$
 jumlah grup
 $= \left(\frac{20}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3$
 $= 0,407 \text{ jam}$
 - Durasi membengkokan
 - Durasi = $\left(\frac{\sum \text{Bengkokan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$
 jumlah grup
 $= \left(\frac{40}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3$
 $= 0,095 \text{ jam}$
 - Durasi mengaitkan
 - Durasi = $\left(\frac{\sum \text{kaitan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$
 jumlah grup
 $= \left(\frac{20}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3$
 $= 0,074 \text{ jam}$
 - Durasi memasang
 - Durasi = $\left(\frac{\sum \text{Tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) :$
 jumlah grup
 $= \left(\frac{260}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3$
 $= 0,672 \text{ jam}$
- Tulangan melintang (plat lantai atap no. 1)
 - Bengkokan = 4 buah
 - Kaitan = 2 buah

Jumlah tulangan = 59 buah

- Durasi memotong

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{59}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 1,170 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Durasi membengkokkan

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{Bengkokan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{234}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 2,691 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Durasi mengaitkan

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{kaitan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{117}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 2,165 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Durasi memasang

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \left(\frac{\sum \text{Tulangan}}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : \\ &\quad \text{jumlah grup} \\ &= \left(\frac{59}{100} \times \text{kapasitas produksi} \right) : 3 \\ &= 4,095 \text{ jam}\end{aligned}$$

• Perhitungan Biaya

Material

$$\begin{aligned}\text{Besi } \varnothing 10 &= \text{volume besi} \times \text{harga material} \\ &= 26.191,04 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00 \\ &= \text{Rp } 214.452.270,00\end{aligned}$$

Upah

- Pabrikasi

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. Mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,45 \times 71 \times \text{Rp } 100.000,00\end{aligned}$$

- $$= \text{Rp } 3.195.000,00$$
- Tk. besi = jml. tukang besi x tot. durasi x harga upah

$$= 9 \times 71 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 54.315.000,00$$
- Pemasangan
 - Mandor = jml. Mandor x tot. durasi x harga upah

$$= 0,45 \times 47 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 2.115.000,00$$
 - Tk. besi = jml. tukang besi x tot. durasi x harga upah

$$= 9 \times 47 \times \text{Rp } 85.000,00$$

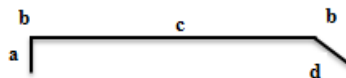
$$= \text{Rp } 35.955.000,00$$

4.11.6 Pembesian Tangga

- **Perhitungan Volume**

Pada pekerjaan bekisting tangga ini, untuk memudahkan perhitungan maka akan dibedakan menjadi 3 macam tangga, yaitu tangga A, tangga B, dan tangga C.

- Tangga A
 - Tulangan Plat Bordes 1 Arah y

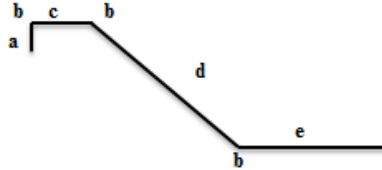


Gambar 4. 18Detail Tulangan Plat Bordes 1 Arah y

$a = 8 \times 12\text{mm}$	$= 96\text{mm}$
$b = (3 \times 12\text{mm}) \times 2$	$= 72\text{mm}$
$c =$	$= 857\text{mm}$
$d =$	$= 106\text{mm}$
$P \text{ tot} = a + b + c + d$	$= 1131\text{mm} = 1,131\text{m}$
n tulangan	$= 20 \text{ buah}$
Berat besi	$= p \text{ total} \times \text{berat besi } \varnothing 12$

$$\begin{aligned}
 & \times n \text{ tulangan} \\
 & = 1,131\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times \\
 & \quad 20 \\
 & = 20,177 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

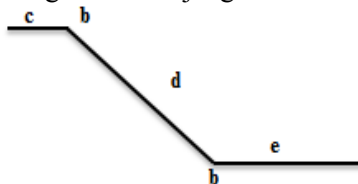
▪ Tulangan Memanjang Atas



Gambar 4. 19Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga A

$$\begin{aligned}
 a &= 15 \times 12\text{mm} &= 180\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 3 &= 108\text{mm} \\
 c & &= 840\text{mm} \\
 d & &= 1893\text{mm} \\
 e & &= 964\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d + e = 3985\text{mm} = 3,985\text{m} \\
 n \text{ tulangan} & &= 9 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi} \\
 & \quad \varnothing 12 \times n \text{ tulangan} \times \\
 & \quad = 3,985\text{m} \times 0,892 \\
 & \quad \text{kg/m} \times 9 \\
 & \quad = 31,992 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

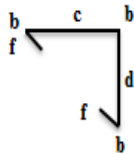
▪ Tulangan Memanjang Bawah



Gambar 4. 20Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga A

$$\begin{aligned}
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 2 &= 72\text{mm} \\
 c &= &= 194\text{mm} \\
 d &= &= 1986\text{mm} \\
 e &= &= 983\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= b + c + d + e &= 3235\text{mm} = 3,235\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 9 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 & \\
 & \times n_{\text{tulangan}} & \\
 &= 3,235\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times & \\
 & 9 & \\
 &= 25,971 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

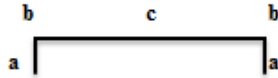
▪ Tulangan Anak Tangga Arah y



Gambar 4. 21 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y Tangga A

$$\begin{aligned}
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 3 &= 72\text{mm} \\
 c &= &= 289\text{mm} \\
 d &= &= 195\text{mm} \\
 f &= (6 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 96\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= b + c + d + f &= 652\text{mm} = 0,652\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 7 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} &= &= 6 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 & \\
 & \times n_{\text{tulangan}} \times n_{\text{unit}} & \\
 &= 0,652\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times & \\
 & 7 \times 6 & \\
 &= 10,817 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

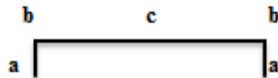
▪ Tulangan Anak Tangga Arah x



Gambar 4. 22Detail Tulangan Anak Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 8\text{mm} &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 1110\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1286\text{mm} = 1,286\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 2 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} &= &= 6 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 & \\
 &\quad \times n_{\text{tulangan}} \times n_{\text{unit}} & \\
 &= 1,286\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times & \\
 &\quad 2 \times 6 & \\
 &= 6,096 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

▪ Tulangan Tangga Arah x

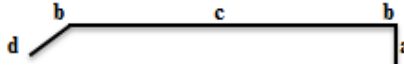


Gambar 4. 23Detail Tulangan Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 8\text{mm} &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 1110\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1286\text{mm} = 1,286\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 & \\
 &\quad \times n_{\text{tulangan}} & \\
 &= 1,286\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times & \\
 &\quad 20 & \\
 &= 10,159 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

- Tangga B

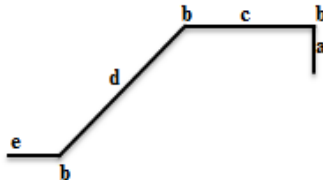
▪ Tulangan Plat Bordes 2 Arah x



Gambar 4. 24 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 12\text{mm} &= 96\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 2 &= 72\text{mm} \\
 c &= &= 1102\text{mm} \\
 d &= &= 106\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d &= 1376\text{mm} = 1,376\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 14 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 & \\
 &\quad \times n_{\text{tulangan}} & \\
 &= 1,376 \times 0,892 \text{ kg/m} \times & \\
 &\quad 14 & \\
 &= 17,183 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

▪ Tulangan Memanjang Atas

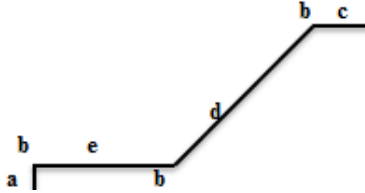


Gambar 4. 25 Detail Tulangan Memanjang Atas Tangga B

$$\begin{aligned}
 a &= 15 \times 12\text{mm} &= 180\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 3 &= 108\text{mm} \\
 c &= &= 1110\text{mm} \\
 d &= &= 4201\text{mm} \\
 e &= &= 192\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d + e &= 5791\text{mm} = 5,791\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 8 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 & \\
 &\quad \times n_{\text{tulangan}} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 5,791\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times \\
 &\quad 8 \\
 &= 41,325 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

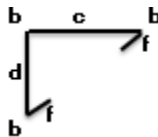
▪ Tulangan Memanjang Bawah



Gambar 4. 26 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga B

$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 12\text{mm} &&= 96\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 3 &&= 108\text{mm} \\
 c &= &&= 194\text{mm} \\
 d &= &&= 4202\text{mm} \\
 e &= &&= 1404\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d + e &&= 6004\text{mm} = 6,004\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &&= 8 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi} &&= p_{\text{total}} \times \text{berat besi} \\
 &= \text{Ø12} \times n_{\text{tulangan}} \times &&= \text{Ø12} \times n_{\text{tulangan}} \times \\
 &= 6,004\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times &&= 6,004\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times \\
 &\quad 8 &&8 \\
 &= 42,845 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

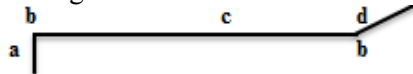
▪ Tulangan Anak Tangga Arah y



Gambar 4. 27 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y Tangga B

$$\begin{aligned}
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 3 &= 72\text{mm} \\
 c & &= 289\text{mm} \\
 d & &= 195\text{mm} \\
 f &= (6 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 96\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= b + c + d + f &= 652\text{mm} = 0,652\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 6 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} & &= 13 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \times n_{\text{unit}} \\
 & &= 0,652\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times \\
 & &\quad 6 \times 13 \\
 & &= 20,088 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

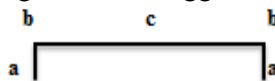
▪ Tulangan Plat Bordes 1 Arah x



Gambar 4. 28 Detail Tulangan Plat Bordes 1 Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= 15 \times 12\text{mm} &= 180\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 2 &= 72\text{mm} \\
 c & &= 1505\text{mm} \\
 d & &= 190\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d &= 1947\text{mm} = 1,947\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 14 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \\
 & &= 1,947\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times \\
 & &\quad 14 \\
 & &= 24,314 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

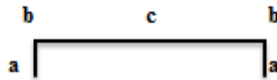
▪ Tulangan Anak Tangga Arah x



Gambar 4. 29Detail Tulangan Anak Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= (8 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 935\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1111\text{mm} = 1,111\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 2 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} & &= 13 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \times n_{\text{unit}} \\
 & &= 1,111\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times \\
 & &\quad 2 \times 13 \\
 & &= 11,41 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

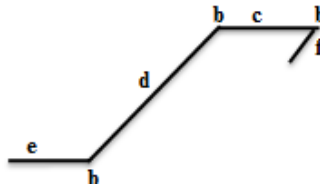
- Tulangan Tangga Arah x



Gambar 4. 30Detail Tulangan Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= (8 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 935\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1111\text{mm} = 1,111\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 44 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \\
 & &= 1,111\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times \\
 & &\quad 44 \\
 & &= 19,309 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

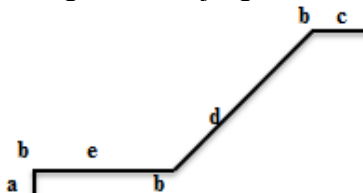
- Tangga C
 - Tulangan Memanjang Atas



Gambar 4. 31 Detail Tulangan Memanjang tas tangga c

$$\begin{aligned}
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 3 &= 108\text{mm} \\
 c & &= 174\text{mm} \\
 d & &= 1654\text{mm} \\
 e & &= 192\text{mm} \\
 f &= (6 \times 12\text{mm}) &= 72\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= b + c + d + e + f &= 2200\text{mm} = 2,2\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 9 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \\
 & &= 2,2\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times 9 \\
 & &= 17,662 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

▪ Tulangan Memanjang Bawah

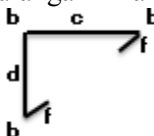


Gambar 4. 32 Detail Tulangan Memanjang Bawah Tangga c

$$\begin{aligned}
 a &= 8 \times 12\text{mm} &= 96\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 3 &= 108\text{mm} \\
 c & &= 190\text{mm} \\
 d & &= 1617\text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e &= & &= 1109\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d + e & &= 3120\text{mm} = 3,12\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= & &= 9 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi} & &= \frac{\text{Ø}12 \times n_{\text{tulangan}}}{9} \\
 & & &= \frac{3,12\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times 9}{9} \\
 & & &= 25,047 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

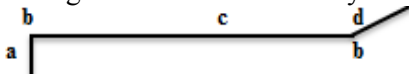
▪ Tulangan Anak Tangga Arah y



Gambar 4. 33 Detail Tulangan Anak Tangga Arah y

$$\begin{aligned}
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 3 & &= 72\text{mm} \\
 c &= & &= 289\text{mm} \\
 d &= & &= 195\text{mm} \\
 f &= (6 \times 8\text{mm}) \times 2 & &= 96\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= b + c + d + f & &= 652\text{mm} = 0,652\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= & &= 7 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} &= & &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi Ø8} & &= \frac{0,652\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times 7 \times 4}{7 \times 4} \\
 & & &= 7,211 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

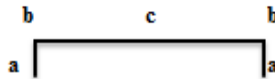
▪ Tulangan Plat Bordes 2 Arah y



Gambar 4. 34 Detail Tulangan Plat Bordes 2 Arah y

$$\begin{aligned}
 a &= 15 \times 12\text{mm} &= 180\text{mm} \\
 b &= (3 \times 12\text{mm}) \times 2 &= 72\text{mm} \\
 c &= &= 1212\text{mm} \\
 d &= &= 508\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c + d &= 1972\text{mm} = 1,972\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 20 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 12 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \\
 & &= 1,972\text{m} \times 0,892 \text{ kg/m} \times 20 \\
 & &= 35,18 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

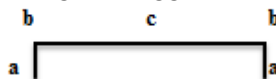
▪ Tulangan Anak Tangga Arah x



Gambar 4. 35 Detail Tulangan Anak Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= (8 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 1111\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1287\text{mm} = 1,287\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} & &= 2 \text{ buah} \\
 n_{\text{(unit)}} & &= 4 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} & &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 \\
 & &\quad \times n_{\text{tulangan}} \times n_{\text{unit}} \\
 & &= 1,287\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times 2 \times 4 \\
 & &= 4,067 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

▪ Tulangan Tangga Arah x



Gambar 4. 36 Detail Tulangan Tangga Arah x

$$\begin{aligned}
 a &= (8 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 128\text{mm} \\
 b &= (3 \times 8\text{mm}) \times 2 &= 48\text{mm} \\
 c &= &= 111\text{mm} \\
 P_{\text{tot}} &= a + b + c &= 1287\text{mm} = 1,287\text{m} \\
 n_{\text{tulangan}} &= &= 18 \text{ buah} \\
 \text{Berat besi} &= p_{\text{total}} \times \text{berat besi } \varnothing 8 & \\
 &\quad \times n_{\text{tulangan}} & \\
 &= 1,287\text{m} \times 0,395 \text{ kg/m} \times & \\
 &\quad 18 & \\
 &= 9,151 \text{ kg} &
 \end{aligned}$$

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.12.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 2 grup (6tukang besi)
- Keperluan mandor = $\frac{6}{20} = 0,3$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Setelah perhitungan volume selesai, maka dapat dilakukan menghitung durasi. Untuk pekerjaan pembesian terdapat 2 macam durasi, yaitu durasi pabrikasi pembesian yang terdiri dari pekerjaan memotong sesuai rumus (2.185), membengkokkan sesuai rumus (2.186), dan mengaitkan sesuai rumus (2.187). Durasi lainnya adalah pembesian yaitu pekerjaan memasang yang sesuai rumus (2.188).

Dari perhitungan volume, didapat jumlah tulangan sebagai berikut :

Tabel 4. 2Hasil Perhitungan Volume Tangga

Jumlah	Tangga A (buah)		Tangga B (buah)		Tangga C (buah)	
	Ø8	Ø12	Ø8	Ø12	Ø8	Ø12

Σ Tulangan < 3m	74	20	148	28	54	29
Σ Tulangan 3m - 6m	-	18	-	8	-	9
Σ Tulangan 6m - 9m	-	-	-	8	-	-
Σ Bengkokan	190	85	374	104	136	94
Σ Kaitan	84	-	156	-	56	9

Untuk memudahkan perhitungan durasi, tangga dibedakan menjadi 3, yaitu tangga A, tangga B, dan tangga C.

- Tangga A

▪ Durasi Memotong Ø8

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\Sigma \text{tulangan } \emptyset 8}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{74}{100} \times 2 \text{ jam : 2 grup} \\ &= 0,74 \text{ jam} \end{aligned}$$

▪ Durasi Memotong Ø12

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\Sigma \text{tulangan } \emptyset 12}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{38}{100} \times 2 \text{ jam : 2 grup} \\ &= 0,28 \text{ jam} \end{aligned}$$

▪ Durasi Membengkokan Ø8

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\Sigma \text{bengkokan } \emptyset 8}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{190}{100} \times 1,15 \text{ jam : 2 grup} \\ &= 1,09 \text{ jam} \end{aligned}$$

▪ Durasi Membengkokan Ø12

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\Sigma \text{bengkokan } \emptyset 12}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{85}{100} \times 1,15 \text{ jam : 2 grup} \end{aligned}$$

$$= 0,49 \text{ jam}$$

- Durasi Mengaitkan Ø8

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{kaitan } \emptyset 8}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{84}{100} \times 1,85 \text{ jam} : 2 \text{ grup} \\ &= 0,78 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi Pabrikasi Besi Tangga A

$$\begin{aligned} &= \text{Durasi memotong } \emptyset 8 + \text{durasi memotong } \emptyset 12 + \\ &\quad \text{durasi membengkokkan } \emptyset 8 + \text{durasi} \\ &\quad \text{membengkokkan } \emptyset 12 + \text{durasi mengaitkan } \emptyset 8 \\ &= 3,38 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Durasi Memasang Ø8 (panjang < 3m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{tulangan } \emptyset 8}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{74}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup} \\ &= 1,76 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Durasi Memasang Ø12 (panjang < 3m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{tulangan } \emptyset 12}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{20}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup} \\ &= 0,48 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Durasi Memasang Ø12 (panjang 3m-6m)

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{tulangan } \emptyset 12}{100} \times \text{kapasitas prod:} \\ &\quad \text{Jumlah grup} \\ &= \frac{18}{100} \times 6 \text{ jam} : 2 \text{ grup} \\ &= 0,54 \text{ jam} \end{aligned}$$

Durasi Pemasangan Besi Tangga A

$$\begin{aligned}
 &= \text{Durasi memasang } \varnothing 8 \text{ (panjang } < 3\text{m)} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang } \varnothing 12 \text{ (panjang } < 3\text{m)} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang } \varnothing 12 \text{ (panjang } 3\text{m-6m)} \\
 &= 2,78 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Tangga B

- Durasi Memotong $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{148}{100} \times 2 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 1,48 \text{ jam}$$
- Durasi Memotong $\varnothing 12$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{44}{100} \times 2 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,44 \text{ jam}$$
- Durasi Membengkokan $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{bengkokan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{374}{100} \times 1,15 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 2,15 \text{ jam}$$
- Durasi Membengkokan $\varnothing 12$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{bengkokan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{104}{100} \times 1,15 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,6 \text{ jam}$$
- Durasi Mengaitkan $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{kaitan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{156}{100} \times 1,85 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 1,44 \text{ jam}$$

Durasi Pabrikasi Besi Tangga B

$$= \text{Durasi memotong } \varnothing 8 + \text{durasi memotong } \varnothing 12 + \text{durasi membengkokkan } \varnothing 8 + \text{durasi membengkokkan } \varnothing 12 + \text{durasi mengaitkan } \varnothing 8$$

$$= 6,11 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang $\varnothing 8$ (panjang < 3m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{148}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 3,52 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang $\varnothing 12$ (panjang < 3m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{28}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,67 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang $\varnothing 12$ (panjang 3m-6m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{8}{100} \times 6 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,24 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang $\varnothing 12$ (panjang 6m-9m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{8}{100} \times 7 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,28 \text{ jam}$$

Durasi Pemasangan Besi Tangga B

$$\begin{aligned}
 &= \text{Durasi memasang } \varnothing 8 \text{ (panjang } < 3\text{m)} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang } \varnothing 12 \text{ (panjang } < 3\text{m)} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang } \varnothing 12 \text{ (panjang } 3\text{m-6m)} + \text{durasi} \\
 &\quad \text{memasang } \varnothing 12 \text{ (panjang } 6\text{m-9m)} \\
 &= 4,71 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Tangga C

- Durasi Memotong $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{54}{100} \times 2 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,54 \text{ jam}$$
- Durasi Memotong $\varnothing 12$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{38}{100} \times 2 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,38 \text{ jam}$$
- Durasi Membengkokan $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{bengkokan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{136}{100} \times 1,15 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,78 \text{ jam}$$
- Durasi Membengkokan $\varnothing 12$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{bengkokan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{94}{100} \times 1,15 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,54 \text{ jam}$$
- Durasi Mengaitkan $\varnothing 8$

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{kaitan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{56}{100} \times 1,85 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,52 \text{ jam}$$

- Durasi Mengaitkan Ø8

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{kaitan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{9}{100} \times 1,85 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,08 \text{ jam}$$

Durasi Pabrikasi Besi Tangga C

$$= \text{Durasi memotong } \varnothing 8 + \text{durasi memotong } \varnothing 12 +$$

$$\text{durasi membengkokkan } \varnothing 8 + \text{durasi membengkokkan } \varnothing 12 +$$

$$\text{durasi mengaitkan } \varnothing 8 + \text{durasi mengaitkan } \varnothing 12$$

$$= 2,84 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang Ø8 (panjang < 3m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 8}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{54}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 1,28 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang Ø12 (panjang < 3m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{29}{100} \times 4,75 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,69 \text{ jam}$$

- Durasi Memasang Ø12 (panjang 3m-6m)

$$\text{Durasi} = \frac{\sum \text{tulangan } \varnothing 12}{100} \times \text{kapasitas prod:}$$

$$\text{Jumlah grup}$$

$$= \frac{9}{100} \times 6 \text{ jam} : 2 \text{ grup}$$

$$= 0,27 \text{ jam}$$

Durasi Pemasangan Besi Tangga C
 = Durasi memasang Ø8 (panjang < 3m) + durasi
 memasang Ø12 (panjang < 3m) + durasi
 memasang Ø12 (panjang 3m-6m)
 = 2,24 jam

Sehingga,
 Durasi Pabrikasi Besi Tangga
 = Durasi Pabrikasi Besi Tangga A + Durasi
 Pabrikasi Besi Tangga B + Durasi Pabrikasi
 Besi Tangga C
 = 3,38 jam + 6,11 jam + 2,84 jam
 = 12,33 jam
 = 1,54 hari = 2 hari

Durasi Pemasangan Besi Tangga
 = Durasi Pemasangan Besi Tangga A + Durasi
 Pemasangan Besi Tangga B + Durasi
 Pemasangan Besi Tangga C
 = 2,78 jam + 4,71 jam + 2,24 jam
 = 9,73 jam
 = 1,22 hari = 2 hari

• Perhitungan Biaya

- Material

Tangga Lantai 1

Besi Ø8 = kebutuhan besi x harga material
 = 93,308 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 764.006,00

Besi Ø12 = kebutuhan besi x harga material
 = 281,695 kg x Rp 8.188,00
 = Rp 2.306.519,00

Tangga Lantai 2

Besi Ø8 = kebutuhan besi x harga material

$$= 93,308 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00$$

$$= \text{Rp } 764.006,00$$

Besi Ø12= kebutuhan besi x harga material

$$= 281,695 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00$$

$$= \text{Rp } 2.306.519,00$$

Tangga Lantai 3

Besi Ø8 = kebutuhan besi x harga material

$$= 93,308 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00$$

$$= \text{Rp } 764.006,00$$

Besi Ø12= kebutuhan besi x harga material

$$= 281,695 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.188,00$$

$$= \text{Rp } 2.306.519,00$$

- Upah

Tangga Lantai 1

Pabrikasi

Mandor = jml. Mandor x tot. durasi x harga upah

$$= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 60.000,00$$

Tk. besi = jml. tukang besi x tot. durasi x harga upah

$$= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 340.000.000,00$$

Pemasangan

Mandor = jml. Mandor x tot. durasi x harga upah

$$= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00$$

$$= \text{Rp } 60.000,00$$

Tk. besi = jml. tukang besi x tot. durasi x harga upah

$$= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00$$

$$= \text{Rp } 340.000.000,00$$

Tangga Lantai 2

Pabrikasi

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. Mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 60.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 340.000.000,00\end{aligned}$$

Pemasangan

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. Mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 60.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 340.000.000,00\end{aligned}$$

Tangga Lantai 3

Pabrikasi

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. Mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 60.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 340.000.000,00\end{aligned}$$

Pemasangan

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{jml. Mandor} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 0,3 \times 2 \times \text{Rp } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 60.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tk. besi} &= \text{jml. tukang besi} \times \text{tot. durasi} \times \text{harga upah} \\ &= 2 \times 2 \times \text{Rp } 85.000,00 \\ &= \text{Rp } 340.000.000,00\end{aligned}$$

4.13 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran menggunakan ready mix dengan mutu K-300. Berikut ini akan dibahas perhitungan volume, durasi, dan biaya pengecoran sesuai dengan strukturnya.

4.13.1 Pengecoran Pile Cap

- **Perhitungan Volume**

- PC 1, PC 1A (persegi)

PC 1 dan PC 1A memiliki bentuk dan ukuran yang sama, yang membedakan hanyalah selimut betonnya saja.

Data:

Sisi PC = 0,8 m

Tinggi PC = 0,3 m

Volume = $(0,8 \text{ m})^2 \times 0,3 \text{ m}$
 = 0,192 m³

- PC 2 (persegi panjang)

Data:

Panjang PC = 2 m

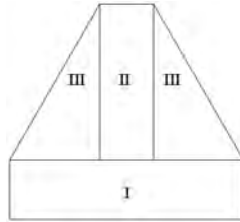
Lebar PC = 0,8 m

Tinggi PC = 0,45 m

Volume = 2 m x 0,8 m x 0,45 m
 = 0,72 m³

- PC 3 (segi enam)

Untuk memudahkan perhitungan, maka volume pengecoran pada PC 3 ini dibagi ke beberapa bagian



Gambar 4. 37 Penampang Pengecoran PC Segi Enam

Data:

Panjang I = 2m

Lebar I = 0,507m

Panjang II = 1,332m

Lebar II = 0,462m

Panjang III = 0,769m

Tinggi III = 1,332m

Tinggi PC = 0,6m

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= [L_I + L_{II} + (2 \times L_{III})] \times \text{tinggi} \\
 &= [(\text{panjang I} \times \text{lebar I}) + (\text{panjang II} \times \\
 &\quad \text{lebar II}) + (2 \times \frac{1}{2} \times \text{panjang III} \times \text{tinggi} \\
 &\quad \text{III})] \times \text{tinggi} \\
 &= [(2\text{m} \times 0,507\text{m}) + (1,332\text{m} \times 0,462\text{m}) + \\
 &\quad (2 \times \frac{1}{2} \times 0,769\text{m} \times 1,332\text{m})] \times 0,6\text{m} \\
 &= 1,59\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Volume total pengecoran pile cap adalah 24,67 m³

Perhitungan volume untuk pengecoran pile cap dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran pile cap).

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.13.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 4 grup (4 buruh cor)

- Keperluan mandor $= \frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari $= 8$ jam

• **Perhitungan Durasi**

Durasi pengecoran terdiri dari waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (bila memerlukan lebih dari 1 truk mixer), waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 5 m^3 .

- Jumlah truk mixer $= \frac{V \text{ tot pengecoran PC}}{\text{kapasitas truk mixer}}$
 $= \frac{24,67 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$
 $= 4,93 \text{ truk} \approx 5 \text{ truk}$
- Kapasitas produksi $= \text{delivery capacity} \times \text{EK}$
 $= 70 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,8$
 $\times 0,83$
 $= 35 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Waktu persiapan
 - Waktu pengaturan posis truk mixer dengan concrete pump $= 8$ menit
 - Waktu pemasangan pompa $= 20$ menit
 - Waktu tunggu pompa $= 10$ menit
 - Waktu menuangkan ke concrete pump $= 10$ menit

48 menit +
- Waktu tambahan persiapan
 - Waktu pergantian truk mixer $= 5 \times 5$ menit
 $= 25$ menit
 - Waktu pengujian slump $= 5 \times 5$ menit
 $= 25$ menit

50 menit +

- Waktu pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{v \text{ tot pengecoran PC}}{\text{kapasitas produksi}} \times 60 \text{ menit} \\ &= \frac{24,67\text{m}^3}{35\text{m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit} \\ &= 42,29 \text{ menit} \end{aligned}$$
- Waktu pasca pelaksanaan

Waktu pembersihan pompa	= 10 menit
Waktu pembongkaran pompa	= 20 menit
Waktu persiapan kembali	= 10 menit
	+ 40 menit

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 48 \text{ menit} + 50 \text{ menit} + 42,29 \text{ menit} + 40 \text{ menit} \\ &= 180,29 \text{ menit} \\ &= 3 \text{ jam} \\ &= 0,38 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

• Perhitungan Biaya

- Material

Beton K300	= volume beton PC x harga material
	= $24,67\text{m}^3 \times \text{Rp } 915.000,00$
	= $\text{Rp } 22.573.050,00$
- Alat

Concrete Pump	= jml. concrete pump x durasi x harga sewa
	= $1 \times 1 \times \text{Rp } 2.800.000,00$
	= $\text{Rp } 2.800.000,00$
Concrete Vibrator	= jml. concrete vibrator x durasi x harga sewa
	= $1 \times 1 \times \text{Rp } 114.000,00$
	= $\text{Rp } 114.000,00$

- Upah
 - Mandor $= \text{jml. mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 0,05 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 5000,00$
 - Buruh cor $= \text{jml. buruh cor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 4 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 280.000,00$
 - Operator $= \text{jml. operator} \times \text{durasi} \times \text{harga upah}$
 $= 1 \times 1 \times \text{Rp } 82.500,00$
 $= \text{Rp } 82.500,00$

4.13.2 Pengecoran Pit Lift dan Kolom Pendek

- **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume pengecoran pit lift ada 2 macam, pengecoran untuk dinding pit lift dan pengecoran untuk plat pit lift. Berikut ini adalah contoh perhitungannya:

- Dinding Pit Lift

Data:

Sisi depan (As C'''-3'-3'')

$$P_d = 1,65\text{m}$$

$$h_d = 1,38\text{m}$$

$$t_d = 0,2\text{m}$$

$$V_d = 1,65\text{m} \times 1,38\text{m} \times 0,2\text{m}$$

$$= 0,455\text{m}^3$$

Sisi belakang (As D'-3'-3'')

$$P_b = 1,65\text{m}$$

$$h_b = 1,38\text{m}$$

$$t_b = 0,2\text{m}$$

$$V_b = 1,65\text{m} \times 1,38\text{m} \times 0,2\text{m}$$

$$= 0,455\text{m}^3$$

Sisi kanan (As 3'-C''-D')

$$P_{ka} = 1,3m$$

$$h_{ka} = 1,38m$$

$$t_{ka} = 0,2m$$

$$V_{ka} = 1,3m \times 1,38m \times 0,2m \\ = 0,359m^3$$

Sisi kiri (As 3''-C'''-D')

$$P_{ki} = 1,3m$$

$$h_{ki} = 1,38m$$

$$t_{ki} = 0,2m$$

$$V_{ki} = 1,3m \times 1,38m \times 0,2m \\ = 0,359m^3$$

Volume pengecoran dinding pit lift

$$\text{Volume} = V_d + V_b + V_{ka} + V_{ki} \\ = 0,455m^3 + 0,455m^3 + 0,359m^3 + \\ 0,359m^3 \\ = 1,628m^3$$

- Plat Pit Lift

Data:

Sisi bawah

$$P_{bw} = 2,05m$$

$$l_{bw} = 1,7m$$

$$t_{bw} = 0,2m$$

Volume pengecoran plat pit lift

$$\text{Volume} = 2,05 \times 1,7 \times 0,2 \\ = 0,697m^3$$

$$\text{Volume pit lift} = \text{Vol. Dinding pit lift} + \text{vol. plat} \\ \text{pit lift} \\ = 1,628m^3 + 0,697m^3 \\ = 2,325m^3$$

- Kolom Pendek
Untuk pengecoran kolom pendek tidak dilaksanakan berdasarkan zona.

K1

$$b = 0,25\text{m}$$

$$h = 0,25\text{m}$$

$$t = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,25\text{m} \times 0,25\text{m} \times 0,5\text{m} \\ &= 0,03125\text{m}^3\end{aligned}$$

K2

$$b = 0,3\text{m}$$

$$h = 0,3\text{m}$$

$$t = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,3\text{m} \times 0,3\text{m} \times 0,5\text{m} \\ &= 0,045\text{m}^3\end{aligned}$$

K3

$$b = 0,4\text{m}$$

$$h = 0,4\text{m}$$

$$t = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,4\text{m} \times 0,4\text{m} \times 0,5\text{m} \\ &= 0,08\text{m}^3\end{aligned}$$

KL (horizontal)

$$b = 0,4\text{m}$$

$$h = 0,2\text{m}$$

$$t = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,4\text{m} \times 0,2\text{m} \times 0,5\text{m} \\ &= 0,04\text{m}^3\end{aligned}$$

KL (vertikal)

$$b = 0,2\text{m}$$

$$h = 0,2\text{m}$$

$$t = 0,5\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,2\text{m} \times 0,2\text{m} \times 0,5\text{m} \\ &= 0,02\text{m}^3\end{aligned}$$

Kolom pendek ini terdiri dari 18 buah K1, 12 buah K2, 13 buah K3, 4 buah kolom lift (horizontal), dan 4 buah kolom lift (vertical). Sehingga didapat volume pengecoran untuk keseluruhan kolom pendek ini sebesar 5m^3 .

Karena pengecoran kolom pendek dan pit lift dilaksanakan secara bersamaan, maka:

$$\begin{aligned}\text{Total volume} &= \text{vol. pengecoran pit lift} + \text{vol. pengecoran kolom pendek} \\ &= 2,325\text{m}^3 + 3\text{m}^3 \\ &= 5,325\text{m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk pengecoran pit lift dan kolom pendek dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran pit lift).

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.13.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 4 grup (4 buruh cor)
- Keperluan mandor = $\frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pengecoran terdiri dari waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (bila memerlukan lebih dari 1 truk mixer), waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 5m^3 .

$$\begin{aligned}\text{Jumlah truk mixer} &= \frac{\text{V tot pengecoran}_{\text{KP dan Pit Lift}}}{\text{kapasitas truk mixer}} \\ &= \frac{5,325\text{m}^3}{5\text{m}^3}\end{aligned}$$

$$= 2 \text{ truk}$$

- Kapasitas produksi = delivery capacity x EK
 $= 70 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83$
 $= 35 \text{ m}^3/\text{jam}$

- Waktu persiapan
 - Waktu pengaturan posisi truk mixer dengan concrete pump = 8 menit
 - Waktu pemasangan pompa = 20 menit
 - Waktu tunggu pompa = 10 menit
 - Waktu menuangkan ke concrete pump = 10 menit

48 menit +

- Waktu tambahan persiapan
 - Waktu pergantian truk mixer = 2 x 5 menit
 - = 10 menit
 - Waktu pengujian slump = 2 x 5 menit
 - = 10 menit

20 menit +

- Waktu pengecoran
 - Durasi = $\frac{v \text{ tot pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}} \times 60 \text{ menit}$
 - = $\frac{5,325 \text{ m}^3}{35 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$
 - = 9,1 menit

- Waktu pasca pelaksanaan
 - Waktu pembersihan pompa = 10 menit
 - Waktu pembongkaran pompa = 20 menit
 - Waktu persiapan kembali = 10 menit

40 menit +

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi} &= 48 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 9,1 \text{ menit} + 40 \text{ menit} \\
 &= 117,13 \text{ menit} \\
 &= 1,95 \text{ jam} \\
 &= 0,24 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

• Perhitungan Biaya

- Material
 - Beton K300 = volume beton x harga material
 $= 5,325\text{m}^3 \times \text{Rp } 915.000,00$
 $= \text{Rp } 4.872.375,00$
- Alat
 - Concrete Pump = jml. concrete pump x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 1 \times \text{Rp } 2.800.000,00$
 $= \text{Rp } 2.800.000,00$
 - Concrete Vibrator = jml. concrete vibrator x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 1 \times \text{Rp } 114.000,00$
 $= \text{Rp } 114.000,00$
- Upah
 - Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,05 \times 1 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 5000,00$
 - Buruh cor = jml. buruh x durasi x harga upah
 $= 4 \times 1 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 280.000,00$
 - Operator = jml. operator x durasi x harga upah

$$= 1 \times 1 \times \text{Rp } 82.500,00$$

$$= \text{Rp } 82.500,00$$

4.13.3 Pengecoran Kolom

- **Perhitungan Volume**

Pelaksanaan pengecoran kolom zona 1 dan zona 2 tidak dibagi per zona, melainkan dikerjakan secara bersamaan. Berikut hasil perhitungan untuk pengecoran kolom (lantai 1):

K1

$$b = 0,25\text{m}$$

$$h = 0,25\text{m}$$

$$t = 3,46\text{m}$$

$$\text{Volume} = 0,25\text{m} \times 0,25\text{m} \times 3,46\text{m}$$

$$= 0,216\text{m}^3$$

K2

$$b = 0,3\text{m}$$

$$h = 0,3\text{m}$$

$$t = 3,46\text{m}$$

$$\text{Volume} = 0,3\text{m} \times 0,3\text{m} \times 3,46\text{m}$$

$$= 0,311\text{m}^3$$

K3

$$b = 0,4\text{m}$$

$$h = 0,4\text{m}$$

$$t = 3,46\text{m}$$

$$\text{Volume} = 0,4\text{m} \times 0,4\text{m} \times 3,46\text{m}$$

$$= 0,554\text{m}^3$$

KL (horizontal)

$$b = 0,4\text{m}$$

$$h = 0,2\text{m}$$

$$t = 3,46\text{m}$$

$$\text{Volume} = 0,4\text{m} \times 0,2\text{m} \times 3,96\text{m}$$

$$= 0,277\text{m}^3$$

KL (vertikal)

$$b = 0,2\text{m}$$

$$h = 0,2\text{m}$$

$$t = 3,46\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,4\text{m} \times 0,2\text{m} \times 3,46\text{m} \\ &= 0,138\text{m}^3\end{aligned}$$

Pada lantai 1 diperoleh :

$$\text{K1} = 18 \text{ buah}$$

$$\text{K2} = 12 \text{ buah}$$

$$\text{K3} = 13 \text{ buah}$$

$$\text{KL (horizontal)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{KL (vertical)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 16,487 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume untuk pengecoran kolom lantai 1 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 1).

Pada Lantai 2 diperoleh :

$$\text{K2} = 12 \text{ buah}$$

$$\text{K3} = 13 \text{ buah}$$

$$\text{KL (horizontal)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{KL (vertical)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 12,122 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume untuk pengecoran kolom lantai 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 2).

Pada Lantai 3 diperoleh :

$$\text{K2} = 6 \text{ buah}$$

$$\text{K3} = 9 \text{ buah}$$

$$\text{KL (horizontal)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{KL (vertical)} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 8,512 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume untuk pengecoran kolom lantai 3 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 3).

Pada Lantai 4 diperoleh :

K2 = 6 buah

K3 = 9 buah

KL (horizontal) = 4 buah

KL (vertical) = 4 buah

Volume total pengecoran = $7,06 \text{ m}^3$

Perhitungan volume untuk pengecoran kolom lantai 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 4).

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui total kebutuhan beton untuk kolom lantai 1 – lantai 4, yaitu $44,18 \text{ m}^3$ dengan mutu beton K300.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.13.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 4 grup (4 buruh cor)
- Keperluan mandor = $\frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pengecoran terdiri dari waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (bila memerlukan lebih dari 1 truk mixer), waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 5 m^3 .

- Jumlah truk mixer = $\frac{V \text{ tot kolom lt.1}}{\text{kapasitas truk mixer}}$

$$= \frac{16,487 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$$

$$= 4 \text{ truk}$$

- Kapasitas produksi = delivery capacity x EK
 $= 70 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83$
 $= 35 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Waktu persiapan
 - Waktu pengaturan posisi truk mixer dengan concrete pump = 8 menit
 - Waktu pemasangan pompa = 20 menit
 - Waktu tunggu pompa = 10 menit
 - Waktu menuangkan ke concrete pump = 10 menit

48 menit +
- Waktu tambahan persiapan
 - Waktu pergantian truk mixer = 4 x 5 menit = 20 menit
 - Waktu pengujian slump = 4 x 5 menit = 20 menit

40 menit +
- Waktu pengecoran
 - Durasi = $\frac{v \text{ tot kolom lt 1}}{\text{kapasitas produksi}} \times 60 \text{ menit}$
 $= \frac{16,487 \text{ m}^3}{35 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$
 $= 28,3 \text{ menit}$
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Waktu pembersihan pompa = 10 menit
 - Waktu pembongkaran pompa = 20 menit
 - Waktu persiapan kembali = 10 menit

40 menit +

Total durasi = 48 menit + 40 menit + 28,3 menit +
 40 menit
 = 156,26 menit
 = 2,6 jam
 = 0,33 hari
 = 1 hari

Pada pengecoran kolom lantai 1 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 4 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran kolom lt 1 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 1).

Pada pengecoran kolom lantai 2 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 3 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran kolom lt 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 2).

Pada pengecoran kolom lantai 3 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 2 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran kolom lt 3 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 3).

Pada pengecoran kolom lantai 4 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 2 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran kolom lt 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran kolom lantai 4).

4.13.4 Pengecoran Balok dan Plat

- **Perhitungan Volume**

Pelaksanaan pengecoran balok dan plat dilaksanakan bersamaan. Namun pengecoran tidak dibagi per zona, melainkan dikerjakan dalam satu kali pengecoran. Berikut beberapa hasil perhitungan untuk pengecoran balok dan plat:

- Balok

Data:

TB1 (As A-1-2)

$$b = 0,25\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m}$$

$$p = 2,6\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,25\text{m} \times 0,5\text{m} \times 2,6\text{m} \\ &= 0,325\text{m}^3\end{aligned}$$

TB3 (As 11-A-B)

$$b = 0,25\text{m}$$

$$h = 0,4\text{m}$$

$$p = 1,75\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,25\text{m} \times 0,4\text{m} \times 1,75\text{m} \\ &= 0,175\text{m}^3\end{aligned}$$

B2 (lantai 2, As D-8-9)

$$b = 0,2\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m}$$

$$p = 5,25\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,2\text{m} \times 0,5\text{m} \times 5,25\text{m} \\ &= 0,525\text{m}^3\end{aligned}$$

BA1 (lantai 4, As 2'-A-B'')

$$b = 0,2\text{m}$$

$$h = 0,4\text{m}$$

$$p = 4,75\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,2\text{m} \times 0,4\text{m} \times 4,75\text{m} \\ &= 0,38\text{m}^3\end{aligned}$$

- Plat

Data:

PL1-3 (As D-E-2-3)

$$p = 3,75\text{m}$$

$$l = 2,125\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 3,75\text{m} \times 2,125\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,956\text{m}^3\end{aligned}$$

PL2-32 (As A-B-9-10)

$$p = 4,75\text{m}$$

$$l = 1,775\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 4,75\text{m} \times 1,775\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 1,012\text{m}^3\end{aligned}$$

PLK4-2 (As E-E'-1-2)

$$p = 2,775\text{m}$$

$$l = 0,7\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 2,775\text{m} \times 0,7\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 1,943\text{m}^3\end{aligned}$$

Pada balok tie beam diperoleh:

$$\text{TB1} = 65 \text{ buah}$$

$$\text{TB2} = 26 \text{ buah}$$

$$\text{TB3} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{TB3}' = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 42,699 \text{ m}^3$$

Pada plat lantai 1 diperoleh:

$$\text{Plat S1} = 49 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 45,858 \text{ m}^3$$

Sehingga volume total pengecoran untuk balok tie beam dan plat lt 1 yaitu:

$$\begin{aligned}\text{V. total pengecoran} &= \text{V. tot TB} + \text{V. tot plat} \\ &= 42,699 \text{ m}^3 + 45,858 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$= 88,557 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume untuk pengecoran balok tie beam dan plat lt 1 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran tie beam dan plat lantai 1).

Pada balok lantai 2 diperoleh:

$$\text{B1} = 53 \text{ buah}$$

$$\text{B2} = 13 \text{ buah}$$

$$\text{B3} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{BA1} = 25 \text{ buah}$$

$$\text{BA3} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 42,014 \text{ m}^3$$

Pada plat lantai 2 diperoleh:

$$\text{Plat S2} = 45 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 43,178 \text{ m}^3$$

Sehingga volume total pengecoran untuk balok dan plat lt 2 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{V total pengecoran} &= \text{V tot balok lt 2} + \text{V tot plat lt 2} \\ &= 42,014 \text{ m}^3 + 43,178 \text{ m}^3 \\ &= 85,192 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk pengecoran balok dan plat lt 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok dan plat lantai 2).

Pada balok lantai 3 diperoleh:

$$\text{B1} = 39 \text{ buah}$$

$$\text{BA1} = 18 \text{ buah}$$

$$\text{BA3} = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 26,305 \text{ m}^3$$

Pada plat lantai 3 diperoleh:

$$\text{Plat S3} = 15 \text{ buah}$$

$$\text{Plat S4} = 14 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 27,751 \text{ m}^3$$

Sehingga volume total pengecoran untuk balok dan plat lt 3 yaitu:

$$\begin{aligned}
 V \text{ total pengecoran} &= V \text{ tot balok lt 3} + V \text{ tot plat lt 3} \\
 &= 26,305 \text{ m}^3 + 27,751 \text{ m}^3 \\
 &= 54,056 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk pengecoran balok dan plat lt 3 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai 3).

Pada balok lantai 4 diperoleh:

$$B1 = 38 \text{ buah}$$

$$BA1 = 17 \text{ buah}$$

$$BA3 = 3 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 17,344 \text{ m}^3$$

Pada plat lantai 4 diperoleh :

$$\text{Plat S5} = 15 \text{ buah}$$

$$\text{Plat Kantilever} = 20 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 18,766 \text{ m}^3$$

Sehingga volume total pengecoran untuk balok dan plat lt 4 yaitu:

$$\begin{aligned}
 V \text{ total pengecoran} &= V \text{ tot balok lt 4} + V \text{ tot plat lt 4} \\
 &= 17,344 \text{ m}^3 + 18,766 \text{ m}^3 \\
 &= 36,11 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk pengecoran balok dan plat lt 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai 4).

Pada balok lantai atap diperoleh:

$$B1 = 38 \text{ buah}$$

$$BA1 = 14 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 16,894 \text{ m}^3$$

Pada plat lantai atap diperoleh:

$$\text{Plat S6} = 16 \text{ buah}$$

$$\text{Plat Kantilever} = 20 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total pengecoran} = 20,609 \text{ m}^3$$

Sehingga volume total pengecoran untuk balok dan plat lt atap yaitu:

$$\begin{aligned}
 V \text{ total pengecoran} &= V \text{ tot balok lt atap} + V \text{ tot plat} \\
 &\quad \text{lt atap} \\
 &= 16,894\text{m}^3 + 20,609 \text{ m}^3 \\
 &= 37,503\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume untuk pengecoran balok dan plat lt 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai atap).

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui total kebutuhan beton untuk balok dan plat lantai 1 – lantai atap, yaitu $301,42\text{m}^3$ dengan mutu beton K300.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.13.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 4 grup (4 buruh cor)
- Keperluan mandor = $\frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Durasi pengecoran terdiri dari waktu persiapan, waktu tambahan persiapan (bila memerlukan lebih dari 1 truk mixer), waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran. Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 5 m^3 .

$$\begin{aligned}
 \text{- Jumlah truk mixer} &= \frac{V \text{ tot TB \& Plat lt 1}}{\text{kapasitas truk mixer}} \\
 &= \frac{88,557\text{m}^3}{5\text{m}^3} \\
 &= 18 \text{ truk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Kapasitas produksi} &= \text{delivery capacity} \times \text{EK} \\
 &= 70 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,8 \times
 \end{aligned}$$

$$0,83 \\ = 35 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Waktu persiapan
 - Waktu pengaturan posisi truk mixer dengan concrete pump = 8 menit
 - Waktu pemasangan pompa = 20 menit
 - Waktu tunggu pompa = 10 menit
 - Waktu menuangkan ke concrete pump = 10 menit

48 menit +
- Waktu tambahan persiapan
 - Waktu pergantian truk mixer = 18 x 5 menit
 - = 90 menit
 - Waktu pengujian slump = 18 x 5 menit
 - = 90 menit

180 menit +
- Waktu pengecoran
 - Durasi = $\frac{v \text{ tot TB \& Plat lt 1}}{\text{kapasitas produksi}} \times 60 \text{ menit}$
 - = $\frac{88,557 \text{ m}^3}{35 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$
 - = 151,8 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Waktu pembersihan pompa = 10 menit
 - Waktu pembongkaran pompa = 20 menit
 - Waktu persiapan kembali = 10 menit

40 menit +

$$\begin{aligned} \text{Total durasi} &= 48 \text{ menit} + 180 \text{ menit} + 151,8 \text{ menit} + \\ &\quad 40 \text{ menit} \\ &= 419,81 \text{ menit} \\ &= 7 \text{ jam} \\ &= 0,87 \text{ hari} \end{aligned}$$

= 1 hari

Pada pengecoran balok TB dan plat lantai 1 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 18 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran balok TB dan plat Lt 1 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran tie beam dan plat lantai 1).

Pada pengecoran balok dan plat lantai 2 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 18 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran balok dan plat Lt 2 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai 2).

Pada pengecoran balok dan plat lantai 3 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 11 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran balok dan plat Lt 3 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai 3).

Pada pengecoran balok dan plat lantai 4 diperoleh:

Jumlah truk mixer = 8 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran balok dan plat Lt 4 dapat dilihat pada lampiran (perhitungan pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai 4).

Pada pengecoran balok dan plat lantai atap diperoleh:

Jumlah truk mixer = 8 truk

Durasi pengecoran = 1 hari

Perhitungan durasi untuk pengecoran balok dan plat Lt atap dapat dilihat pada lampiran (perhitungan

pekerjaan pengecoran balok balok dan plat lantai atap).

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui total kebutuhan waktu untuk pengecoran balok dan plat lantai 1 – lantai atap, yaitu 5 hari.

- **Perhitungan Biaya**

- Material
 - Beton K300 = volume beton x harga material
 $= 301,42\text{m}^3 \times \text{Rp } 915.000,00$
 $= \text{Rp } 275.799.300,00$
- Alat
 - Concrete Pump = jml. concrete pump x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 5 \times \text{Rp } 2.800.000,00$
 $= \text{Rp } 14.000.000,00$
 - Concrete Vibrator = jml. concrete vibrator x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 5 \times \text{Rp } 114.000,00$
 $= \text{Rp } 570.000,00$
- Upah
 - Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,05 \times 5 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 25.000,00$
 - Buruh = jml. buruh x durasi x harga upah
 $= 4 \times 5 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 1.400.000,00$
 - Operator = jml. operator x durasi x harga upah
 $= 1 \times 5 \times \text{Rp } 82.500,00$

$$= \text{Rp } 412.500,00$$

4.13.5 Pengecoran Tangga

• Perhitungan Volume

- Sisi Bawah Plat Tangga (V_1)

• Tangga A

$$P = 1,668\text{m}$$

$$l = 1,15\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (A)} &= 1,668\text{m} \times 1,15\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,23\text{m}^3\end{aligned}$$

• Tangga B

$$P = 4,114\text{m}$$

$$l = 0,975\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (B)} &= 4,114\text{m} \times 0,975\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,481\text{m}^3\end{aligned}$$

• Tangga C

$$P = 1,279\text{m}$$

$$l = 1,151\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (C)} &= 1,279\text{m} \times 1,151\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,177\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_1 &= \text{Volume(A)} + \text{Volume(B)} + \text{Volume(C)} \\ &= 0,888\text{m}^3\end{aligned}$$

- Sisi Plat Bordes (V_2)

• Bordes I

$$P = 1,304\text{m}$$

$$l = 1,025\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (I)} &= 1,304\text{m} \times 1,025\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,16\text{m}^3\end{aligned}$$

- Bordes II

$$P = 1,305\text{m}$$

$$l = 1,025\text{m}$$

$$t = 0,12\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (II)} &= 1,305\text{m} \times 1,025\text{m} \times 0,12\text{m} \\ &= 0,161\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_2 &= \text{Volume (I)} + \text{Volume (II)} \\ &= 0,321\text{m}^3\end{aligned}$$

- Anak Tangga (V_3)

- Tangga A

$$P = 1,15\text{m}$$

$$l = 0,27\text{m}$$

$$t = 0,165\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (A)} &= 1,15\text{m} \times 0,27\text{m} \times 0,165\text{m} \\ &= 0,307\text{m}^3\end{aligned}$$

- Tangga B

$$P = 0,975\text{m}$$

$$l = 0,27\text{m}$$

$$t = 0,165\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (B)} &= 0,975\text{m} \times 0,27\text{m} \times 0,165\text{m} \\ &= 0,565\text{m}^3\end{aligned}$$

- Tangga C

$$P = 1,151\text{m}$$

$$l = 0,27\text{m}$$

$$t = 0,165\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume (C)} &= 1,151\text{m} \times 0,27\text{m} \times 0,165\text{m} \\ &= 0,256\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_3 &= \text{Volume(A)} + \text{Volume(B)} + \text{Volume(C)} \\ &= 1,128\text{m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total volume pengecoran} &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= 2,338\text{m}^3\end{aligned}$$

Karena ukuran dan macam tangga lantai 2 dan lantai 3 sama seperti tangga lantai 1, maka

kebutuhan beton sama. Sehingga dapat diketahui total kebutuhan beton untuk tangga lantai 1 – lantai 3, yaitu $7,014 \text{ m}^3$ dengan mutu beton K300.

- **Rencana Grup Kerja**

Perencanaan 1 grup kerja telah dibahas pada bab 2.2.13.2, dan berikut ini adalah perencanaan jumlah grup yang diperlukan pada pekerjaan ini:

- Jumlah grup kerja = 3 grup (3 buruh cor)
- Keperluan mandor = $\frac{1}{20} = 0,05$ mandor
- Jam kerja 1 hari = 8 jam

- **Perhitungan Durasi**

Karena pengecoran tangga menggunakan bucket, sehingga digunakan alat bantu mobile crane (untuk mengangkat bucket) dan bucket itu sendiri. Maka durasi untuk pengecoran terdiri dari waktu pengangkatan, dan waktu pengecoran (waktu persiapan, waktu tambahan persiapan, waktu operasional pengecoran, waktu pasca pengecoran). Pada proyek ini menggunakan ready mix dari PT Varia Usaha Beton dengan kapasitas truk mixer 5 m^3 .

- Jumlah concrete bucket = $\frac{V \text{ pengecoran tangga}}{\text{kapasitas bucket}}$
 $= \frac{2,338 \text{ m}^3}{0,8 \text{ m}^3}$
 $= 3 \text{ bucket}$

Beban yang diangkat terdiri dari :

$$\begin{aligned} \text{Beton (volume cor tangga)} &= 2,338 \text{ m}^3 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ &= 5611,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bucket} &= 3 \text{ bucket} \times 300 \text{ kg} \\ &= 900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\underline{\hspace{10em}} + \\ &= 6511,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Siklus angkat $= \frac{6511,2 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}}$
 $= 2 \text{ kali}$
- Waktu muat $= 15 \text{ menit}$
 - Waktu pengangkatan
 $= \frac{4 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83}$
 $= 0,15 \text{ menit}$
 - Waktu swing
 $= \frac{23}{1,75 \times 360 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83}$
 $= 0,073 \text{ menit}$
 - Waktu lowering
 $= \frac{1 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83}$
 $= 0,04 \text{ menit}$
 - Waktu bongkar $= 15 \text{ menit}$
 - Waktu swing kembali
 $= \frac{23}{1,75 \times 360 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83}$
 $= 0,073 \text{ menit}$
 - Waktu lowering kembali
 $= \frac{3 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83}$
 $= 0,11 \text{ menit}$

$$\begin{aligned} \text{Durasi satu kali pengangkatan} &= 15 \text{ menit} + 0,15 \text{ menit} + \\ &\quad 0,073 \text{ menit} + 0,04 \text{ menit} \\ &\quad + 15 \text{ menit} + 0,073 \text{ menit} \\ &\quad + 0,11 \text{ menit} \\ &= 30,44 \text{ menit} \end{aligned}$$

Sehingga, untuk pengangkatan tangga lantai 1 diperoleh :

$$\begin{aligned}\text{Durasi pengangkatan} &= 2 \times 30,44 \text{ menit} \\ &= 60,88 \text{ menit} \\ &= 2 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Waktu persiapan
 Waktu pengaturan posisi truk mixer dengan bucket = 8 menit
 Waktu menuangkan ke bucket = 10 menit
 $\underline{\hspace{1cm}} +$
 18 menit
- Waktu tambahan persiapan
 Karena hanya membutuhkan 1 truk mixer, maka waktu tambahan persiapan yang ada hanyalah waktu pengujian slump.
 Waktu pengujian slump = 1 x 5 menit
 = 5 menit
- Waktu operasional pengecoran = 10 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 Waktu pembersihan bucket = 10 menit
 Waktu persiapan kembali = $\underline{10 \text{ menit}} +$
 20 menit

$$\begin{aligned}\text{Durasi pengecoran} &= 18 \text{ menit} + 5 \text{ menit} + 10 \text{ menit} \\ &\quad + 20 \text{ menit} \\ &= 53 \text{ menit} \\ &= 0,88 \text{ jam}\end{aligned}$$

Sehingga, total durasi pengecoran yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Total durasi} &= \text{durasi pengangkatan} + \text{durasi pengecoran} \\ &= 2 \text{ jam} + 0,88 \text{ jam} \\ &= 2,88 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Pada pengecoran tangga lantai 1 diperoleh:
Durasi pengecoran = 1 hari
- Pada pengecoran tangga lantai 2 diperoleh:
Durasi pengecoran = 1 hari
- Pada pengecoran tangga lantai 3 diperoleh:
Durasi pengecoran = 1 hari

• **Perhitungan Biaya**

- Material
 - Beton K300 = volume beton x harga material
 $= 7,014\text{m}^3 \times \text{Rp } 915.000,00$
 $= \text{Rp } 6.417.810,00$
- Alat
 - Concrete bucket = jml. concrete bucket x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 3 \times \text{Rp } 608.000,00$
 $= \text{Rp } 1.824.000,00$
 - Concrete Vibrator = jml. concrete vibrator x durasi x harga sewa
 $= 1 \times 3 \times \text{Rp } 114.000,00$
 $= \text{Rp } 342.000,00$
- Upah
 - Mandor = jml. mandor x durasi x harga upah
 $= 0,05 \times 3 \times \text{Rp } 100.000,00$
 $= \text{Rp } 15.000,00$
 - Buruh cor = jml. buruh cor x durasi x harga upah
 $= 3 \times 3 \times \text{Rp } 70.000,00$
 $= \text{Rp } 630.000,00$
 - Operator = jml. operator x durasi x harga upah
 $= 2 \times 3 \times \text{Rp } 82.500,00$
 $= \text{Rp } 495.000,00$

4.14 Pekerjaan Pengangkatan

Pengangkatan lantai 2 Zona 1

Data :

Mobile Crane	: KATO – KR 250
Kecepatan angkat	: 55 m/min
Kecepatan penurunan	: 55 m/m
Kecepatan swing	: 1,75 rpm
Kapasitas angkat max	: 25 T
Pembesian kolom	: 2786,692 kg
Pembesian balok	: 2964,782 kg
Pembesian pelat	: 2688,080 kg
Bekisting kolom	: 5604,69 kg
Bekisting balok	: 4748,38 kg
Bekisting pelat	: 5824 kg
Scaffolding balok	: 3623,36 kg
Scaffolding pelat	: 2306,24 kg
Tinggi hoisting	: 6 m
Tinggi lowering	: 2 m
Sudut swing	: 70°

Siklus angkat mobile crane, diasumsikan tiap kali pengangkatan beban yang dapat diangkat oleh mobile crane maksimal 5000 kg.

- Siklus Angkat untuk Pembesian

$$\text{Kolom} = \frac{2786,692 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

$$\text{Balok} = \frac{2964,782 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

$$\text{Pelat} = \frac{2688,080 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

- Siklus Angkat untuk Bekisting

$$\text{Kolom} = \frac{5604,69 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 2 \text{ kali}$$

$$\text{Balok} = \frac{4748,380 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

$$\text{Pelat} = \frac{5824,00 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 2 \text{ kali}$$

- Siklus Angkat untuk Scaffolding

$$\text{Balok} = \frac{3623,36 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

$$\text{Pelat} = \frac{2306,24 \text{ kg}}{5000 \text{ kg}} = 1 \text{ kali}$$

4.14.1 Perhitungan Durasi

Durasi untuk satu kali pengangkatan :

- Waktu muat = 15 menit
- Waktu pengangkatan = $\frac{6 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83} = 0,22 \text{ menit}$
- Waktu swing = $\frac{70}{1,75 \times 360 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83} = 0,223 \text{ menit}$
- Waktu lowering = $\frac{2 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83} = 0,07 \text{ menit}$
- Waktu bongkar = 15 menit
-
- Waktu swing kembali = $\frac{70}{1,75 \times 360 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83} = 0,223 \text{ menit}$
- Waktu lowering kembali = $\frac{4 \text{ m}}{55 \text{ m/min} \times 0,75 \times 0,8 \times 0,83} = 0,15 \text{ menit}$

Durasi satu kali pengangkatan = 15 menit + 0,22 menit +
0,223 menit + 0,07 menit

$$\begin{aligned}
 &+ 15 \text{ menit} + 0,223 \text{ menit} \\
 &+ 0,15 \text{ menit} \\
 &= 30,884 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga, untuk pengangkatan lantai 2 zona 1 diperoleh :

- Pengangkatan pembesian kolom lt 2 zona 1
 Total durasi = $1 \times 30,884 \text{ menit}$
 = 30,884 menit
 = 0,51 jam = 1 jam
- Pengangkatan pembesian balok dan pelat lt 2 zona 1
 Total durasi = $2 \times 30,884 \text{ menit}$
 = 61,769 menit
 = 1,03 jam = 2 jam
- Pengangkatan bekisting kolom lt 2 zona 1
 Total durasi = $2 \times 30,884 \text{ menit}$
 = 61,769 menit
 = 1,03 jam = 2 jam
- Pengangkatan bekisting balok dan pelat lt 2 zona 1
 Total durasi = $3 \times 30,884 \text{ menit}$
 = 92,652 menit
 = 1,544 jam = 2 jam
- Pengangkatan scaffolding balok dan pelat lt 2 zona 1
 Total durasi = $2 \times 30,884 \text{ menit}$
 = 61,769 menit
 = 1,03 jam = 2 jam

Perhitungan pengangkatan lantai 2 zona 1 dapat dilihat pada lampiran.

Untuk pengangkatan lantai 2 zona 2 diperoleh :

- Pengangkatan pembesian kolom lt 2 zona 2
 Total durasi = $1 \times 31,968 \text{ menit}$
 = 31,968 menit
 = 0,53 jam = 1 jam
- Pengangkatan pembesian balok dan pelat lt 2 zona 2

- Total durasi = $2 \times 31,968$ menit
 = 63,936 menit
 = 1,07 jam = 2 jam
- Pengangkatan bekisting kolom lt 2 zona 2
 Total durasi = $1 \times 31,968$ menit
 = 31,968 menit
 = 0,53 jam = 1 jam
 - Pengangkatan bekisting balok dan pelat lt 2 zona 2
 Total durasi = $4 \times 31,968$ menit
 = 127,872 menit
 = 2,13 jam = 3 jam
 - Pengangkatan scaffolding balok dan pelat lt 2 zona 2
 Total durasi = $2 \times 31,968$ menit
 = 63,936 menit
 = 1,07 jam = 2 jam

Perhitungan pengangkatan lantai 2 zona 2 dapat dilihat pada lampiran.

Untuk pengangkatan lantai 3 diperoleh :

- Pengangkatan pembesian kolom lt 3
 Total durasi = $1 \times 31,176$ menit
 = 31,176 menit
 = 0,52 jam = 1 jam
- Pengangkatan pembesian balok dan pelat lt 3
 Total durasi = $2 \times 31,176$ menit
 = 62,352 menit
 = 1,04 jam = 2 jam
- Pengangkatan bekisting kolom lt 3
 Total durasi = $2 \times 31,176$ menit
 = 62,352 menit
 = 1,04 jam = 2 jam
- Pengangkatan bekisting balok dan pelat lt 3
 Total durasi = $3 \times 31,176$ menit
 = 93,528 menit

$$= 1,56 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$$

- Pengangkatan scaffolding balok dan pelat lt 3
 Total durasi = $2 \times 31,176 \text{ menit}$
 $= 62,352 \text{ menit}$
 $= 1,04 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$

Perhitungan pengangkatan lantai 3 dapat dilihat pada lampiran.

Untuk pengangkatan lantai 4 diperoleh :

- Pengangkatan pembesian kolom lt 4
 Total durasi = $1 \times 31,542 \text{ menit}$
 $= 31,542 \text{ menit}$
 $= 0,53 \text{ jam} = 1 \text{ jam}$
- Pengangkatan pembesian balok dan pelat lt 4
 Total durasi = $2 \times 31,542 \text{ menit}$
 $= 63,084 \text{ menit}$
 $= 1,05 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$
- Pengangkatan bekisting kolom lt 4
 Total durasi = $1 \times 31,542 \text{ menit}$
 $= 31,542 \text{ menit}$
 $= 0,53 \text{ jam} = 1 \text{ jam}$
- Pengangkatan bekisting balok dan pelat lt 4
 Total durasi = $5 \times 31,542 \text{ menit}$
 $= 157,71 \text{ menit}$
 $= 2,63 \text{ jam} = 3 \text{ jam}$
- Pengangkatan scaffolding balok dan pelat lt 4
 Total durasi = $2 \times 31,542 \text{ menit}$
 $= 63,084 \text{ menit}$
 $= 1,05 \text{ jam} = 2 \text{ jam}$

Perhitungan pengangkatan lantai 4 dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga kebutuhan waktu total untuk pengangkatan lantai 2 - 4 yaitu 36 jam = 5 hari

4.14.2 Perhitungan Biaya

- Upah
 Operator = jml operator x durasi x harga upah
 = 1 x 5 hari x Rp 82.500,00
 = Rp 412.500,00
- Alat
 Mobile Crane = jml alat x durasi x harga sewa
 = 1 x 36 jam x Rp 1.140.000,00
 = Rp 41.040.000,00

4.15 Hasil Pekerjaan Microsoft Office Project

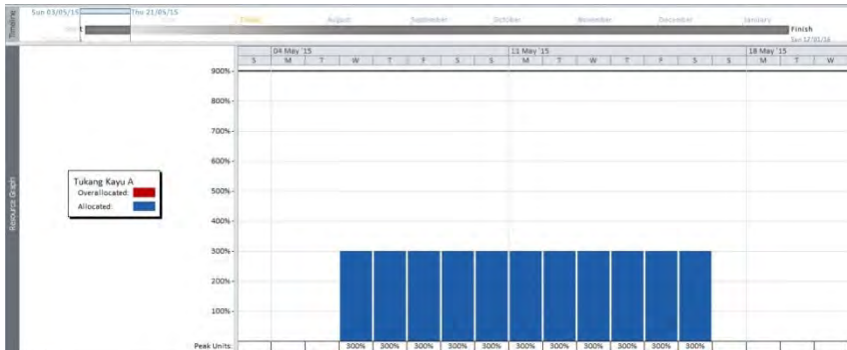
Setelah didapatkan durasi dari masing-masing pekerjaan, digunakan alat bantu MS Project untuk memudahkan perhitungan waktu total dan biaya dari perencanaan struktur utama Gedung Workshop tersebut. Kebutuhan material, upah pekerja, dan sewa alat nantinya akan dimasukkan manual pada aplikasi tersebut, begitu juga dengan perpindahan/ketergantungan antar pekerjaan (predecessors) karena MS Project tidak bisa mengatur perpindahan pekerja namun tetap memudahkan untuk mendapatkan hasil. Contoh predecessors tertera pada gambar 4.38. Pada gambar tersebut terdapat input SS dan FS, SS (start to start) berarti pekerjaan tersebut dimulai bersamaan saat pekerjaan yang dikehendaki dimulai, sedangkan FS (finish to start) berarti pekerjaan tersebut dimulai setelah pekerjaan yang dikehendaki selesai.

Task Mode	Task Name	Duration	Predecessors	Start	Finish	Resource Names
7	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	101 days		Sun 17/05/15	Tue 25/08/15	
8	Zona 1	89 days		Sun 17/05/15	Thu 13/06/15	
9	Pemancangan	8 days	6	Sun 17/05/15	Sun 24/05/15	Operator,Diesel Hammer, K3S,Crawler Crane,Buruh
10	Galian PC dan Pit Lift	6 days	9	Mon 25/05/15	Sat 30/05/15	Mandor [15%];Tukang Gali A[300%];Buruh Angkut
11	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	4 days	10FS-3 days	Thu 28/05/15	Sun 31/05/15	Tukang Potong[200%];Mandor
12	Urug Pasir PC	1 day	11FS+2 days	Wed 03/06/15	Wed 03/06/15	Buruh Urug A[200%];Pasir urug[4,86];Mandor [5%]
13	Lantai Kerja PC	1 day	12	Thu 04/06/15	Thu 04/06/15	Buruh Cor A[200%];Semen[
14	Bekisting Batu Bata PC	3 days	13	Fri 05/06/15	Sun 07/06/15	Mandor [15%];Batu Bata[3.024];Semen[38];Air[
15	Urug Pasir Pit Lift	1 day	34	Fri 05/06/15	Fri 05/06/15	Buruh Urug A[200%];Pasir L
16	Lantai Kerja Pit Lift	1 day	15:35	Sat 06/06/15	Sat 06/06/15	Buruh Cor A[200%];Semen[2];Pasir
17	Pabrikasi Pembeesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	6 days	36FS-15 days	Tue 26/05/15	Sun 31/05/15	Mandor [45%];Besi[5.840,3
18	Pembeesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	5 days	37	Fri 05/06/15	Tue 09/06/15	Mandor [45%];Tukang Besi
19	Bekisting Batu Bata Pit Lift dan Kolom Pendek	3 days	39FS+3 days;16	Thu 18/06/15	Sat 20/06/15	Mandor [15%];Batu Bata[2.716];Semen[16];Air[
20	Pabrikasi Bekisting Kayu Pit Lift	1 day	19SS-1 day	Wed 17/06/15	Wed 17/06/15	Mandor [15%];Kayu Meranti
21	Bekisting Kayu Pit Lift	1 day	19SS-20	Thu 18/06/15	Thu 18/06/15	Mandor [15%];Minyak Beki

Gambar 4. 38 Predecessors

Dalam pengaplikasian terhadap MS Project, digunakan teknik levelling guna mengoptimalkan alokasi tenaga agar sebisa mungkin tenaga tersebut tidak manganggur. Teknik levelling adalah pemerataan sumber daya manusia dalam usaha untuk membuat sumber daya tersebut dapat digunakan secara lebih efisien untuk menghindari idle time.

Setelah mengatur perpindahan pekerja, dapat dilakukan pengecekan melalui resource graph. Contoh resource graph tertera pada gambar 4.39. Pada resource graph akan ditampilkan grafik yang menunjukkan kebutuhan tenaga dan waktu saat tenaga tersebut diperlukan. Grafik yang diinginkan adalah grafik yang tidak fluktuatif dan tidak putus antar grafik yang lain. Bilamana ada grafik yang putus dengan grafik selanjutnya, berarti terdapat sumber daya yang manganggur (dalam hal ini pekerja).



Gambar 4. 39 Resource graph 1

Selain melalui resource graph, pengecekan juga bisa dilakukan melalui resource form. Resource form berisi alur perpindahan pekerja, seperti yang tertera pada gambar 4.40. Dapat dilihat bahwa kegiatan pertama yang dikerjakan oleh Tukang Kayu A adalah kegiatan pemagaran yang dikerjakan pada tanggal 06/05/15 sampai 11/05/15, kemudian kegiatan direksi keet yang dikerjakan pada tanggal 12/05/15 sampai 13/05/15, dan seterusnya. Dari perpindahan pekerja tersebut dapat dilihat apakah terdapat idle time pada pekerja tersebut.

Name: Tukang Kayu A Initials: Ttk A Max units: 900% Previous Next

Costs
Std rate: Rp10.625/h Per use: Rp0
Ovtrate: Rp0/h Accrue at: Prorated

Base cal: Standard
Group:
Code:

Project	ID	Task Name	Work	Leveling Delay	Delay	Scheduled Start	Scheduled Finish
ATT_1435934	3	Pemagaran	14h	0d	0d	Tue 02/09/14	Tue 09/09/14
ATT_1435934	4	Direksi Keet	48h	0d	0d	Wed 10/09/14	Fri 12/09/14
ATT_1435934	5	Gudang Material	48h	0d	0d	Fri 12/09/14	Mon 15/09/14
ATT_1435934	6	Bouwplank	24h	0d	0d	Mon 15/09/14	Tue 16/09/14

Gambar 4. 40 Resource form

Setelah semua kebutuhan tenaga dimasukkan pada resources, contohnya seperti pada resource kegiatan pemagaran pada gambar 4.41, dan predecessors sudah terisi dengan benar, kemudian cek lintasan kritis pada network diagram. Lintasan kritis adalah lintasan dimana kegiatan-kegiatannya harus mendapat perhatian lebih, bila satu pekerjaan berhenti hanya satu hari saja, maka akan berpengaruh pada seluruh pekerjaan diluar lintasan kritis tersebut (durasinya mundur). Lintasan kritis hanya boleh satu lintasan saja, tidak boleh lebih. Jika lintasan kritis sudah benar, selanjutnya dilihat hasilnya pada reports seperti yang tertera pada gambar 4.42. Pada reports berisi tentang total durasi, jam kerja, biaya, juga tanggal kegiatan dimulai dan tanggal kegiatan berakhir.

Task Information

General | Predecessors | Resources | Advanced | Notes | Custom Fields

Name: Pemagaran Duration: 6 days ☐ Estimated

Resources:

Resource Name	Assignment Owner	Units	Cost
Mandor		15%	Rp90,000
Tukang Kayu A		300%	Rp1,530,000
Kayu Meranti 5/7		2,74	Rp10,960,000
Seng Gelombang		264	Rp12,044,999

Help OK Cancel

Gambar 4. 41 Resource kegiatan pemagaran

Dates			
Start:	Mon 01/09/14	Finish:	Mon 24/08/15
Base line Start:	NA	Baseline Finish:	NA
Actual Start:	NA	Actual Finish:	NA
Start Variance:	0 days	Finish Variance:	0 days
Duration			
Scheduled:	258 days	Remaining:	258 days
Base line:	0 days	Actual:	0 days
Variance:	258 days	Percent Complete:	0%
Work			
Scheduled:	51.975,6 hrs	Remaining:	51.975,6 hrs
Base line:	0 hrs	Actual:	0 hrs
Variance:	51.975,6 hrs	Percent Complete:	0%
Costs			
Scheduled:	Rp3.148.185.272	Remaining:	Rp3.148.185.272
Base line:	Rp0	Actual:	Rp0
Variance:	Rp3.148.185.272		
Task Status		Resource Status	
Tasks not yet started:	159	Work Resources:	45
Tasks in progress:	0	Overallocated Work Resources:	0
Tasks completed:	0	Material Resources:	27
Total Tasks:	159	Total Resources:	72

Gambar 4. 42 Reports

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Soedrajat, S. A, 1994. *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Penerbit Nova.
- Soedrajat, S. A, 1994. *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan*. Bandung: Penerbit Nova.
- Fatena, S. R, 2008. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT Rikena Cipta.
- PT Pembangunan Perumahan (Persero), 2003. *Buku Referensi untuk Kontraktor bangunan Gedung dan Sipil*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Lampiran Rekap Kebu

Task Name	Volume	Satuan	Durasi
PEKERJAAN PERSIAPAN			
Uitzet	2647.5	m ²	1 day
Pemagaran	380	m ²	6 days
Direksi Keet	76.82	m ²	2 days
Gudang Material	86.33	m ²	2 days
Bouwplank	64.5	m ²	1 day
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH ZONA 1			
Pemancangan	42	titik	8 days
Galian PC dan Pit Lift	42.29	m ³	6 days
Pemotongan Kepala Tiang Pancang	42	titik	4 days
Urug Pasir PC	4.86	m ³	1 day
Lantai Kerja PC	2.482	m ³	1 day
Bekisting Batu Bata PC	45.3	m ²	3 days
Urug Pasir Pit Lift	0.471	m ³	1 day
Lantai Kerja Pit Lift	0.235	m ³	1 day
Pabrikasi Pembesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	5840.37	kg	6 days
Pembesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	5840.37	kg	5 days
Bekisting Batu Bata Pit Lift dan Kolom Pendek	33.73	m ²	3 days
Pabrikasi Bekisting Kayu Pit Lift	8.85	m ²	1 day
Bekisting Kayu Pit Lift	8.85	m ²	1 day
Bongkar Bekisting Kayu Pit Lift	8.85	m ²	1 day
Urugan Tanah	2231.25	m ³	4 days
Galian Tie Beam dan Plat Lantai 1	101.59	m ³	13 days
Urug Pasir Tie Beam dan Plat Lantai 1	28.08	m ³	3 days
Lantai Kerja Tie Beam dan Plat Lantai 1	13.85	m ³	3 days
Bekisting Batu Bata Tie Beam	184.69	m ²	8 days
Pabrikasi Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	12465.02	kg	18 days
Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	12465.02	kg	12 days
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH ZONA 2			
Pemancangan	28	titik	5 days
Galian PC	17.75	m ³	3 days
Pemotongan Kepala Tiang Pancang	28	titik	3 days
Urug Pasir PC	2.95	m ³	1 day
Lantai Kerja PC	1.423	m ³	1 day
Bekisting Batu Bata PC	27.12	m ²	2 days
Pabrikasi Pembesian PC dan Kolom Pendek	1817.56	kg	4 days
Pembesian PC dan Kolom Pendek	1817.56	kg	4 days
Pengecoran PC	24.67	m ³	1 day
Bekisting Batu Bata Kolom Pendek	17.75	m ²	2 days
Pengecoran Kolom Pendek dan Pit Lift	5.325	m ³	1 day
Galian Tie Beam dan Plat Lantai 1	102.24	m ³	14 days
Urug Pasir Tie Beam dan Plat Lantai 1	27.13	m ³	3 days
Lantai Kerja Tie Beam dan Plat Lantai 1	13.38	m ³	3 days
Bekisting Batu Bata Tie Beam	155.17	m ²	7 days
Pabrikasi Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	11710.42	kg	19 days
Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	11710.42	kg	11 days

ntuhan Tenaga, Durasi, Biaya

Tenaga						Harga Satuan Pekerjaan
Mandor	Tukang	Buruh	Surveyor	Asisten Surveyor	Operator	
	3		1	2		Rp 279.20
0.15	3					Rp 64.802.63
0.15	3					Rp 62.997.92
0.15	3					Rp 73.333.43
0.15	3					Rp 28.879.15
0.05		3			1	Rp 7.193.810.29
0.15	3	3				Rp 48.238.35
0.1	2					Rp 17.142.86
0.05		2				Rp 69.432.10
0.05		2				Rp 515.726.83
0.15	3	4				Rp 131.241.17
0.05		2				Rp 361.740.98
0.05		2				Rp 1.217.200.00
0.45	9					Rp 9.020.19
0.45	9					Rp 693.45
0.15	3	4				Rp 135.096.12
0.15	3	3				Rp 250.711.86
0.15	3	3				Rp 61.687.46
0.15	3	3				Rp 162.711.86
0.05					1	Rp 56.594.96
0.15	3	3				Rp 61.423.37
0.05		2				Rp 69.491.45
0.05		4				Rp 483.930.40
0.15	3	4				Rp 107.128.13
0.45	9					Rp 9.357.72
0.45	9					Rp 779.78
0.05		3			1	Rp 7.131.697.14
0.15	3	3				Rp 81.126.76
0.1	2					Rp 19.285.71
0.05		2				Rp 103.152.54
0.05		2				Rp 575.915.67
0.15	3	4				Rp 135.620.58
0.45	9					Rp 9.970.66
0.45	9					Rp 1.782.61
0.05		4				Rp 1.052.636.89
0.15	3	4				Rp 148.961.58
0.05		4				Rp 12.837.652.77
0.15	3	3				Rp 65.727.70
0.05		2				Rp 70.033.91
0.05		4				Rp 488.462.48
0.15	3	4				Rp 151.875.92
0.45	9					Rp 9.502.26
0.45	9					Rp 760.86

Biaya Per Pekerjaan
Rp 739.176.00
Rp 24.624.999.00
Rp 4.839.500.00
Rp 6.330.875.00
Rp 1.862.705.00
Rp 302.140.032.00
Rp 2.040.000.00
Rp 720.000.00
Rp 337.440.00
Rp 1.280.034.00
Rp 5.945.225.00
Rp 170.380.00
Rp 286.042.00
Rp 52.681.240.00
Rp 4.050.000.00
Rp 4.556.792.00
Rp 2.218.800.00
Rp 545.934.00
Rp 1.440.000.00
Rp 126.277.501.00
Rp 6.240.000.00
Rp 1.951.320.00
Rp 6.702.436.00
Rp 19.785.495.00
Rp 116.644.199.00
Rp 9.720.000.00
Rp 199.687.520.00
Rp 1.440.000.00
Rp 540.000.00
Rp 304.300.00
Rp 819.528.00
Rp 3.678.030.00
Rp 18.122.272.00
Rp 3.240.000.00
Rp 25.968.552.00
Rp 2.644.068.00
Rp 68.360.501.00
Rp 6.720.000.00
Rp 1.900.020.00
Rp 6.535.628.00
Rp 23.566.586.00
Rp 111.275.506.00
Rp 8.910.000.00

Pengecoran Tie Beam dan Plat Lantai 1	88.56	m ³	1 day
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1 ZONA 1			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 1	2928.94	kg	6 days
Pembesian Kolom Lantai 1	2928.94	kg	1 day
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1	120.56	m ²	3 days
Bekisting Kolom Lantai 1	120.56	m ²	2 days
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	322.9	m ²	10 days
Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	322.9	m ²	15 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	7427.4	kg	14 days
Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	7427.4	kg	9 days
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	120.56	m ²	2 days
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	322.9	m ²	5 days
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1 ZONA 2			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 1	2563.15	kg	6 days
Pembesian Kolom Lantai 1	2563.15	kg	4 days
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1	105.64	m ²	3 days
Bekisting Kolom Lantai 1	105.64	m ²	2 days
Pengecoran Kolom Lantai 1	16.487	m ³	1 day
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	379.19	m ²	11 days
Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	379.19	m ²	17 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	7526.75	kg	16 days
Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	7526.75	kg	9 days
Pengecoran Balok dan Plat Lantai 2	85.19	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	105.64	m ²	2 days
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	379.19	m ²	6 days
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2 ZONA 1			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 2	2786.69	kg	6 days
Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 2	2786.69	kg	1 hr
Pembesian Kolom Lantai 2	2786.69	kg	4 days
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 2	104.39	m ²	3 days
Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 2	104.39	m ²	2 hrs
Bekisting Kolom Lantai 2	104.39	m ²	2 days
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	232.51	m ²	7 days
Pengangkatan Scaffolding dan Bekisting Balok Plat Lantai 3	232.51	m ²	4 hrs
Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	232.51	m ²	4 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	8584.71	kg	12 days
Pengangkatan Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	8584.71	kg	2 hrs
Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	8584.71	kg	6 days
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 2	104.39	m ²	2 days
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	232.51	m ²	4 days
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2 ZONA 2			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 2	1362.07	kg	3 days
Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 2	1362.07	kg	1 hr
Pembesian Kolom Lantai 2	1362.07	kg	2 days
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 2	45.43	m ²	2 days
Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 2	45.43	m ²	1 hr
Bekisting Kolom Lantai 2	45.43	m ²	1 day
Pengecoran Kolom Lantai 2	12.122	m ³	1 day
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	205.34	m ²	7 days
Pengangkatan Scaffolding dan Bekisting Balok Plat Lantai 3	205.34	m ²	5 hrs

0.05		4				Rp 928.544.63
0.45	9					Rp 9.847.35
0.45	9					Rp 1.106.20
0.45	9	9				Rp 249.468.96
0.45	9	9				Rp 30.252.57
0.45	9	9				Rp 355.015.69
0.45	9	9				Rp 139.489.65
0.45	9					Rp 10.457.99
0.45	9					Rp 981.50
0.45	9	9				Rp 12.466.82
0.45	9	9				Rp 22.297.93
0.45	9					Rp 10.084.15
0.45	9					Rp 1.264.07
0.45	9	9				Rp 254.526.47
0.45	9	9				Rp 33.639.67
0.05		4			1	Rp 1.253.202.83
0.45	9	9				Rp 334.007.42
0.45	9	9				Rp 124.805.97
0.45	9					Rp 9.909.91
0.45	9					Rp 968.55
0.05		4			1	Rp 923.908.96
0.45	9	9				Rp 27.262.40
0.45	9	9				Rp 22.785.41
0.45	9					Rp 9.932.05
						Rp 71.88
0.45	9					Rp 1.162.67
0.45	9	9				Rp 255.145.11
						Rp 3.837.78
0.45	9	9				Rp 35.863.98
0.45	9	9				Rp 224.392.28
						Rp 3.446.10
0.45	9	9				Rp 88.727.98
0.45	9					Rp 6.508.21
						Rp 46.67
0.45	9					Rp 3.393.91
0.45	9	9				Rp 27.588.85
0.45	9	9				Rp 24.773.13
0.45	9					Rp 9.972.10
						Rp 147.07
0.45	9					Rp 1.189.37
0.45	9	9				Rp 277.092.23
						Rp 4.409.27
0.45	9	9				Rp 39.972.18
0.05		4			1	Rp 1.332.338.06
0.45	9	9				Rp 276.311.49
						Rp 4.877.59

Rp 82.231.912.00
Rp 28.842.307.00
Rp 3.240.000.00
Rp 30.075.978.00
Rp 3.647.250.00
Rp 114.634.567.00
Rp 45.041.209.00
Rp 77.675.641.00
Rp 7.290.000.00
Rp 1.503.000.00
Rp 7.200.000.00
Rp 25.847.198.00
Rp 3.240.000.00
Rp 26.888.176.00
Rp 3.553.695.00
Rp 20.661.555.00
Rp 126.652.272.00
Rp 47.325.175.00
Rp 74.589.409.00
Rp 7.290.000.00
Rp 78.707.804.00
Rp 2.880.000.00
Rp 8.640.000.00
Rp 27.677.556.00
Rp 200.313.00
Rp 3.240.000.00
Rp 26.634.598.00
Rp 400.626.00
Rp 3.743.841.00
Rp 52.173.450.00
Rp 801.252.00
Rp 20.630.142.00
Rp 55.871.121.00
Rp 400.626.00
Rp 29.135.765.00
Rp 2.880.000.00
Rp 5.760.000.00
Rp 13.582.696.00
Rp 200.313.00
Rp 1.620.000.00
Rp 12.588.300.00
Rp 200.313.00
Rp 1.815.936.00
Rp 16.150.602.00
Rp 56.737.802.00
Rp 1.001.565.00

Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	205.34	m ²	4 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	7522.02	kg	10 days
Pengangkatan Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	7522.02	kg	2 hrs
Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	7522.02	kg	6 days
Pengecoran Balok dan Plat Lantai 3	54.06	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 2	45.43	m ²	1 day
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	205.34	m ²	3 days
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 3			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 3	2786.69	kg	5 days
Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 3	2786.69	kg	1 hr
Pembesian Kolom Lantai 3	2786.69	kg	4 days
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 3	102.98	m ²	3 days
Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 3	102.98	m ²	2 hrs
Bekisting Kolom Lantai 3	102.98	m ²	2 days
Pengecoran Kolom Lantai 3	8.512	m ³	1 day
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 4	292.63	m ²	9 days
Pengangkatan Scaffolding dan Bekisting Balok Plat Lantai 4	292.63	m ²	4 hrs
Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 4	292.63	m ²	4 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 4	10150.03	kg	13 days
Pengangkatan Pembesian Balok dan Plat Lantai 4	10150.03	kg	2 hrs
Pembesian Balok dan Plat Lantai 4	10150.03	kg	8 days
Pengecoran Balok dan Plat Lantai 4	36.11	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 3	102.98	m ²	2 days
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 4	292.63	m ²	4 days
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 4			
Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 4	2435.39	kg	4 days
Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 4	2435.39	kg	1 hr
Pembesian Kolom Lantai 4	2435.39	kg	3 days
Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 4	90.23	m ²	3 days
Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 4	90.23	m ²	1 hr
Bekisting Kolom Lantai 4	90.23	m ²	2 days
Pengecoran Kolom Lantai 4	7.06	m ³	1 day
Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai Atap	303.55	m ²	9 days
Pengangkatan Scaffolding dan Bekisting Balok Plat Lantai Atap	303.55	m ²	5 hrs
Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai Atap	303.55	m ²	5 days
Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai Atap	10394.07	kg	13 days
Pengangkatan Pembesian Balok dan Plat Lantai Atap	10394.07	kg	2 hrs
Pembesian Balok dan Plat Lantai Atap	10394.07	kg	8 days
Pengecoran Balok dan Plat Lantai Atap	37.5	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Kolom Lantai 4	90.23	m ²	2 days
Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai Atap	303.55	m ²	4 days
PEKERJAAN TANGGA			
Pabrikasi Bekisting Tangga Lantai 1	16.928	m ²	1 day
Bekisting Tangga Lantai 1	16.928	m ²	1 day
Pabrikasi Pembesian Tangga Lantai 1	420.09	kg	2 days
Pembesian Tangga Lantai 1	420.09	kg	2 days
Pengecoran Tangga Lantai 1	2.338	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Tangga Lantai 1	16.928	m ²	1 day
Pabrikasi Bekisting Tangga Lantai 2	16.928	m ²	1 day
Bekisting Tangga Lantai 2	16.928	m ²	1 day

0.45	9	9				Rp 98.216.79
0.45	9					Rp 6.536.87
						Rp 53.26
0.45	9					Rp 646.10
0.05		4			1	Rp 947.005.31
0.45	9	9				Rp 31.697.12
0.45	9	9				Rp 21.038.28
0.45	9					Rp 9.641.39
						Rp 71.88
0.45	9					Rp 1.162.67
0.45	9	9				Rp 269.807.71
						Rp 3.890.33
0.45	9	9				Rp 36.241.27
0.05		4			1	Rp 1.445.912.12
0.45	9	9				Rp 271.568.54
						Rp 2.738.11
0.45	9	9				Rp 86.887.87
0.45	9					Rp 6.215.68
						Rp 39.47
0.45	9					Rp 638.42
0.05		4			1	Rp 977.864.97
0.45	9	9				Rp 27.966.60
0.45	9	9				Rp 19.683.56
0.45	9					Rp 9.518.43
						Rp 82.25
0.45	9					Rp 997.79
0.45	9	9				Rp 252.629.38
						Rp 2.220.03
0.45	9	9				Rp 39.848.23
0.05		4			1	Rp 1.555.361.90
0.45	9	9				Rp 331.253.66
						Rp 3.299.51
0.45	9	9				Rp 89.576.17
0.45	9					Rp 6.243.32
						Rp 38.54
0.45	9					Rp 623.43
0.05		4			1	Rp 975.534.80
0.45	9	9				Rp 31.918.43
0.45	9	9				Rp 18.975.46
0.3	6	6				Rp 459.556.65
0.3	6	6				Rp 180.277.17
0.3	6					Rp 10.949.16
0.3	6					Rp 3.856.32
0.05		3			2	Rp 2.001.969.20
0.3	6	6				Rp 84.180.06
0.3	6	6				Rp 459.556.65
0.3	6	6				Rp 180.277.17

Rp 20.167.836.00
Rp 49.170.440.00
Rp 400.626.00
Rp 4.860.000.00
Rp 51.195.107.00
Rp 1.440.000.00
Rp 4.320.000.00
Rp 26.867.556.00
Rp 200.313.00
Rp 3.240.000.00
Rp 27.784.798.00
Rp 400.626.00
Rp 3.732.126.00
Rp 12.307.604.00
Rp 79.469.102.00
Rp 801.252.00
Rp 25.425.998.00
Rp 63.089.329.00
Rp 400.626.00
Rp 6.480.000.00
Rp 35.310.704.00
Rp 2.880.000.00
Rp 5.760.000.00
Rp 23.181.093.00
Rp 200.313.00
Rp 2.430.000.00
Rp 22.794.749.00
Rp 200.313.00
Rp 3.595.506.00
Rp 10.980.855.00
Rp 100.552.048.00
Rp 1.001.565.00
Rp 27.190.847.00
Rp 64.893.494.00
Rp 400.626.00
Rp 6.480.000.00
Rp 36.582.555.00
Rp 2.880.000.00
Rp 5.760.000.00
Rp 7.779.375.00
Rp 3.051.732.00
Rp 4.599.632.00
Rp 1.620.000.00
Rp 4.680.604.00
Rp 1.425.000.00
Rp 7.779.375.00
Rp 3.051.732.00

Pabrikasi Pembesian Tangga Lantai 2	420.09	kg	2 days
Pembesian Tangga Lantai 2	420.09	kg	2 days
Pengecoran Tangga Lantai 2	2.338	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Tangga Lantai 2	16.928	m ²	1 day
Pabrikasi Bekisting Tangga Lantai 3	16.928	m ²	1 day
Bekisting Tangga Lantai 3	16.928	m ²	1 day
Pabrikasi Pembesian Tangga Lantai 3	420.09	kg	2 days
Pembesian Tangga Lantai 3	420.09	kg	2 days
Pengecoran Tangga Lantai 3	2.338	m ³	1 day
Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3	16.928	m ²	1 day
Total Biaya Pelaksa			

0.3	6					Rp 10.949.16
0.3	6					Rp 3.856.32
0.05		3			2	Rp 2.001.969.20
0.3	6	6				Rp 84.180.06
0.3	6	6				Rp 459.556.65
0.3	6	6				Rp 180.277.17
0.3	6					Rp 10.949.16
0.3	6					Rp 3.856.32
0.05		3			2	Rp 2.001.969.20
0.3	6	6				Rp 84.180.06

naan

Rp 4.599.632.00
Rp 1.620.000.00
Rp 4.680.604.00
Rp 1.425.000.00
Rp 7.779.375.00
Rp 3.051.732.00
Rp 4.599.632.00
Rp 1.620.000.00
Rp 4.680.604.00
Rp 1.425.000.00
Rp 3.153.243.637.00

GRAFIK KEBUTUHAN TENAGA KERJA

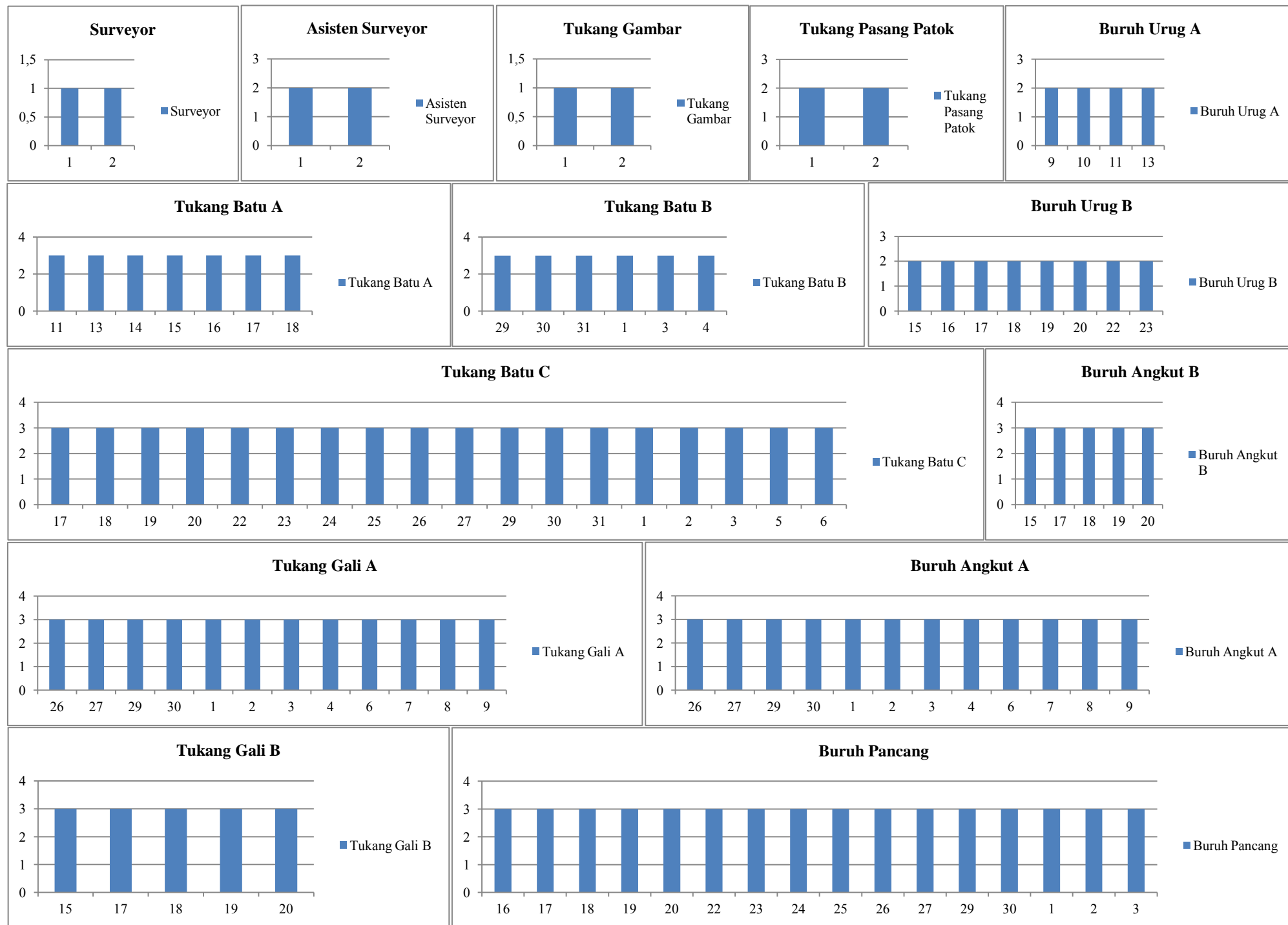
[illegible]

[illegible]

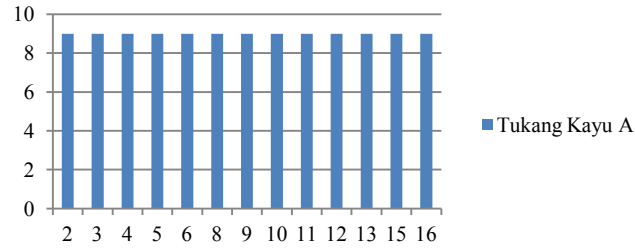
[illegible]

The chart displays the distribution of 1000 individuals across 31 days for two groups: Jul-15 and Agust-15. The grid is divided into two main sections by a vertical line at day 15. The top section is labeled 'Jul-15' and the bottom section is labeled 'Agust-15'. The x-axis represents days from 1 to 31, and the y-axis represents the number of individuals from 0 to 1000. The red shading indicates the density of the distribution, with the highest concentration in the first 15 days of the Jul-15 group.

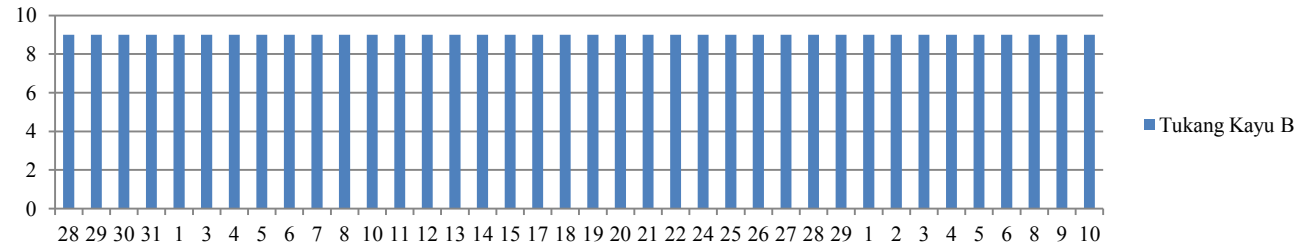
Day	Jul-15 (Red Shaded)	Agust-15 (White)
1	100	0
2	100	0
3	100	0
4	100	0
5	100	0
6	100	0
7	100	0
8	100	0
9	100	0
10	100	0
11	100	0
12	100	0
13	100	0
14	100	0
15	100	0
16	0	100
17	0	100
18	0	100
19	0	100
20	0	100
21	0	100
22	0	100
23	0	100
24	0	100
25	0	100
26	0	100
27	0	100
28	0	100
29	0	100
30	0	100
31	0	100



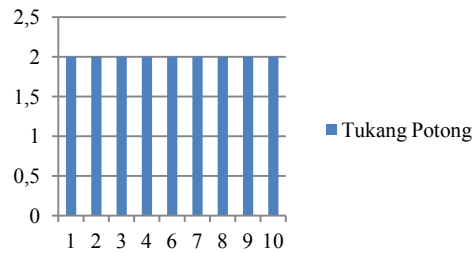
Tukang Kayu A



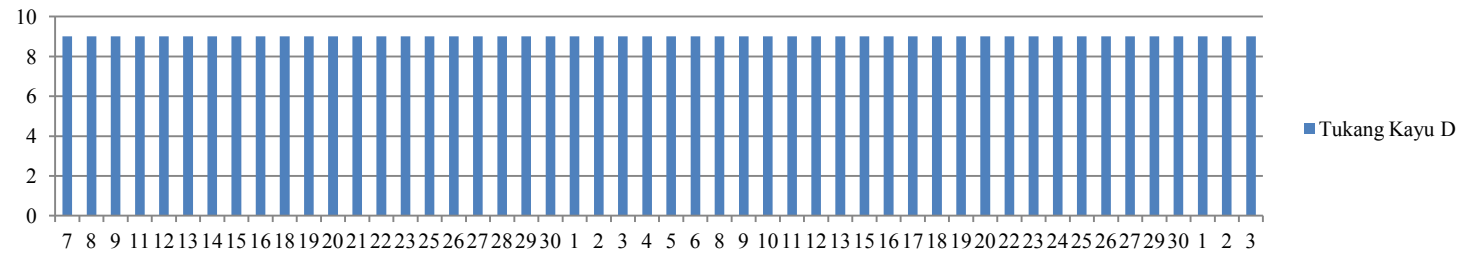
Tukang Kayu B



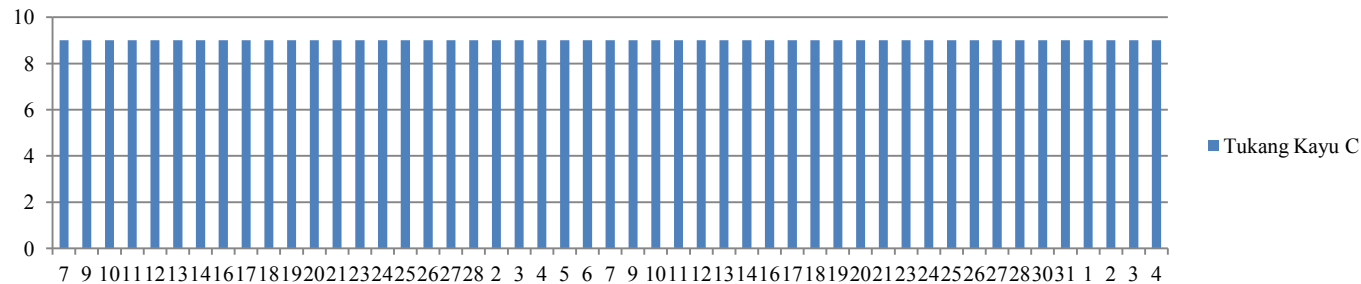
Tukang Potong



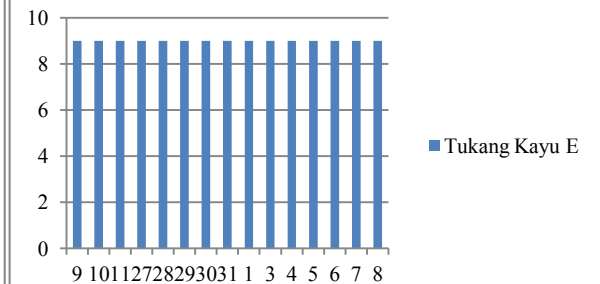
Tukang Kayu D



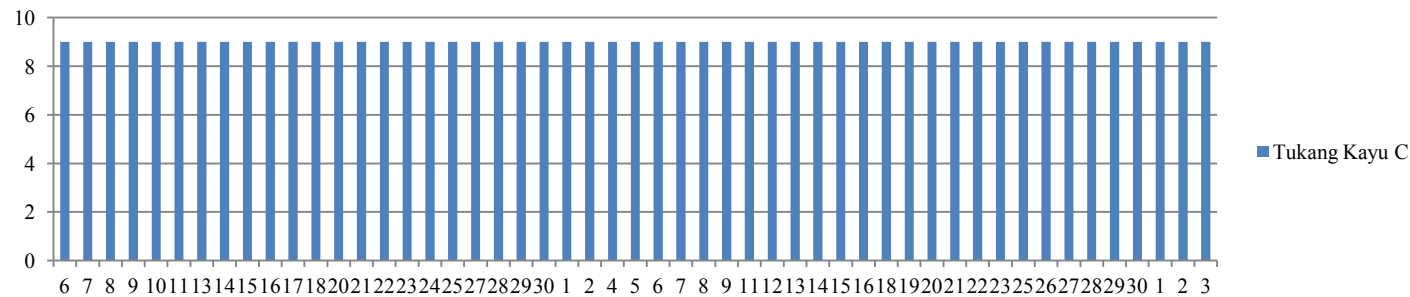
Tukang Kayu C



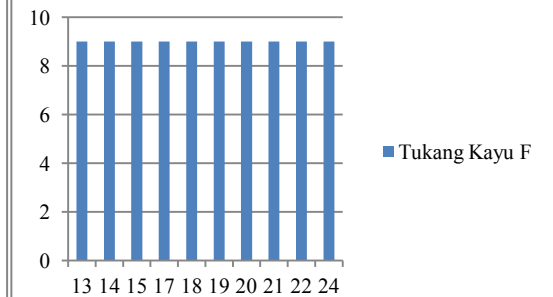
Tukang Kayu E



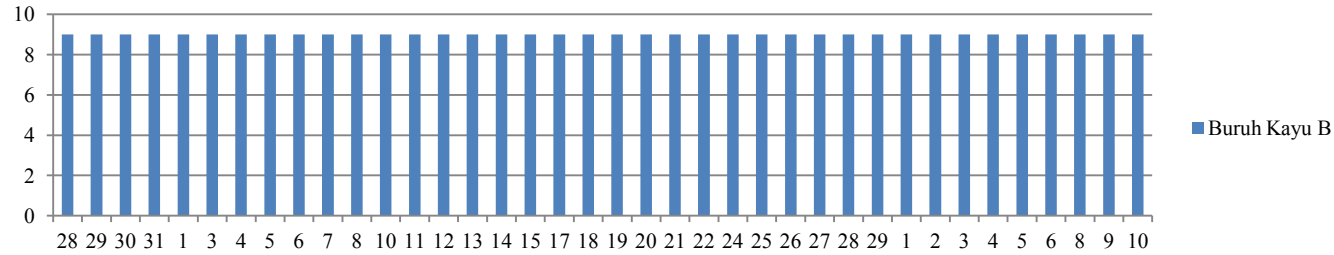
Tukang Kayu C



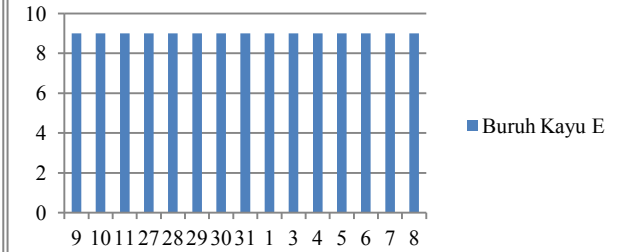
Tukang Kayu F



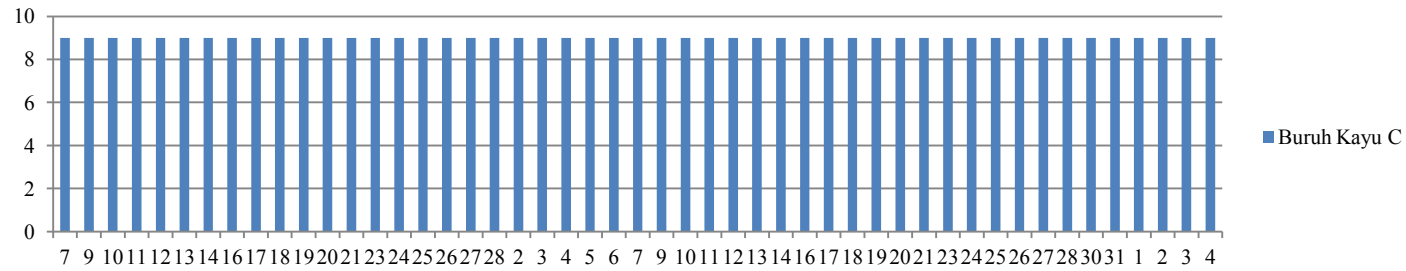
Buruh Kayu B



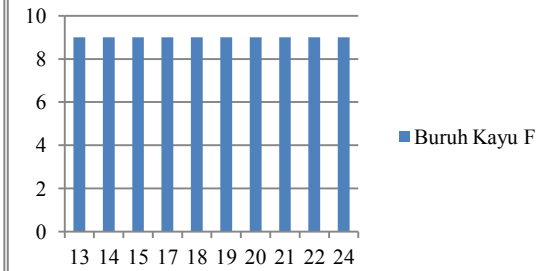
Buruh Kayu E



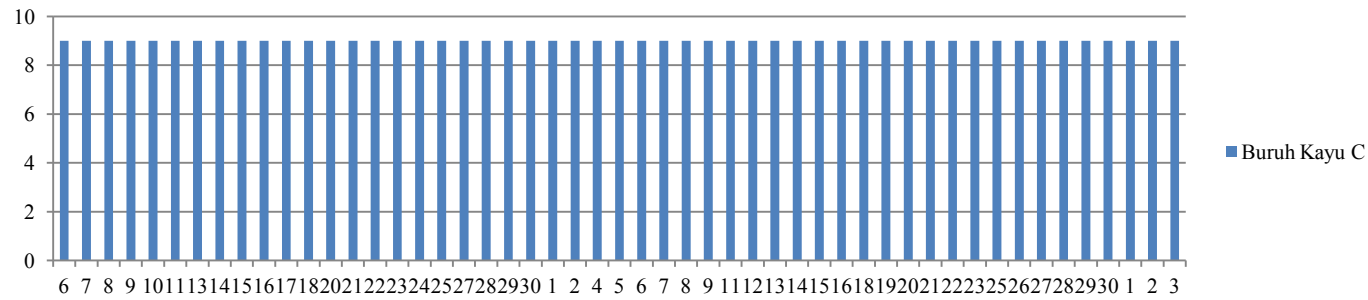
Buruh Kayu C



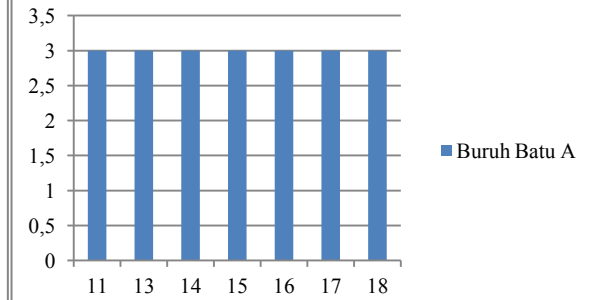
Buruh Kayu F



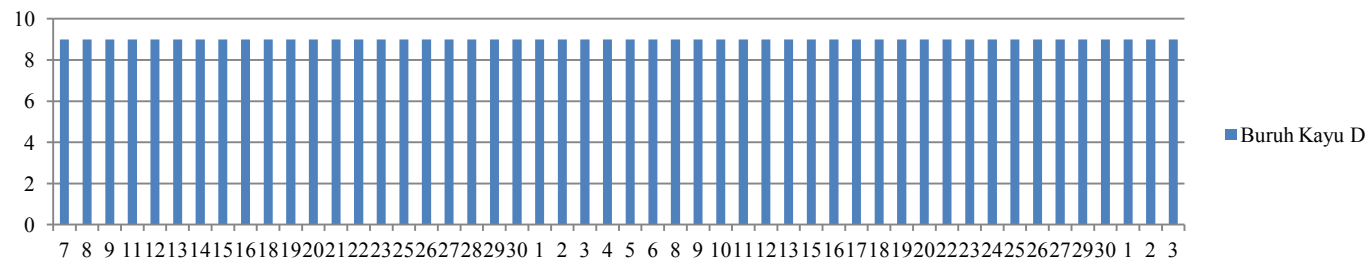
Buruh Kayu C



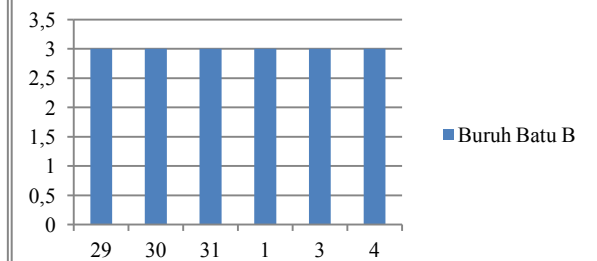
Buruh Batu A

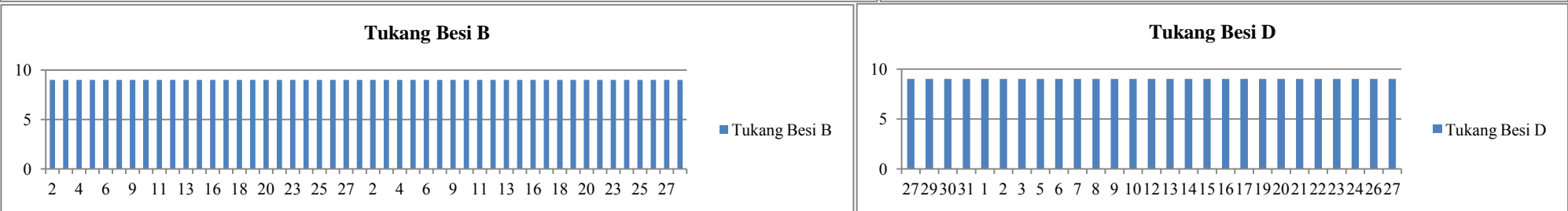
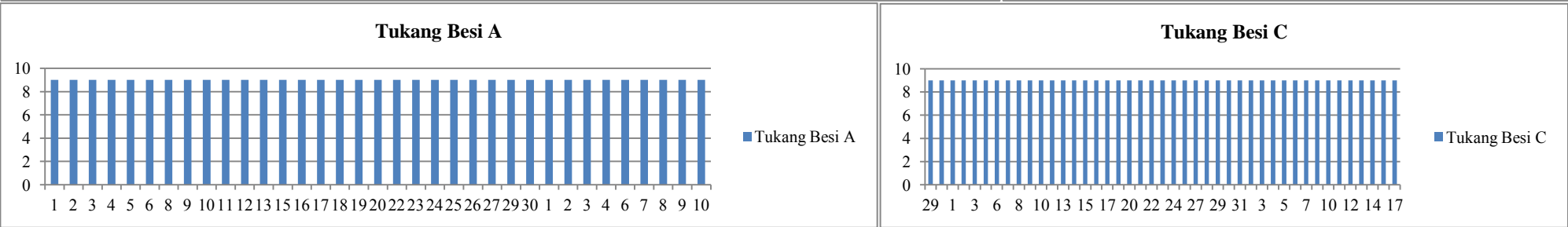
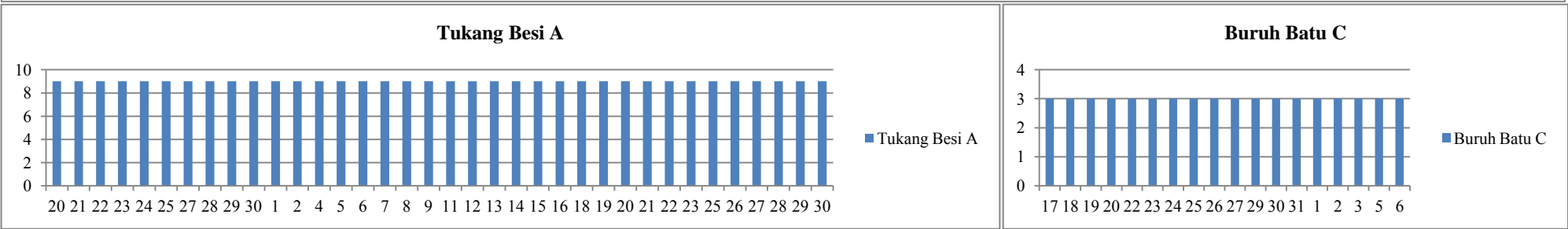
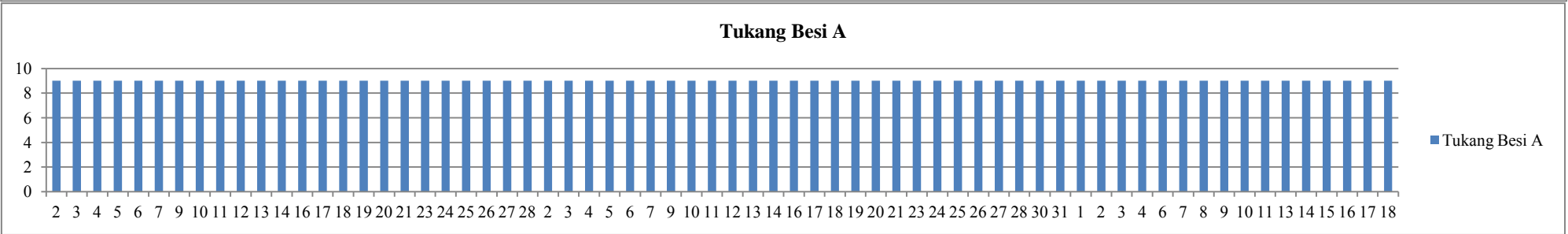
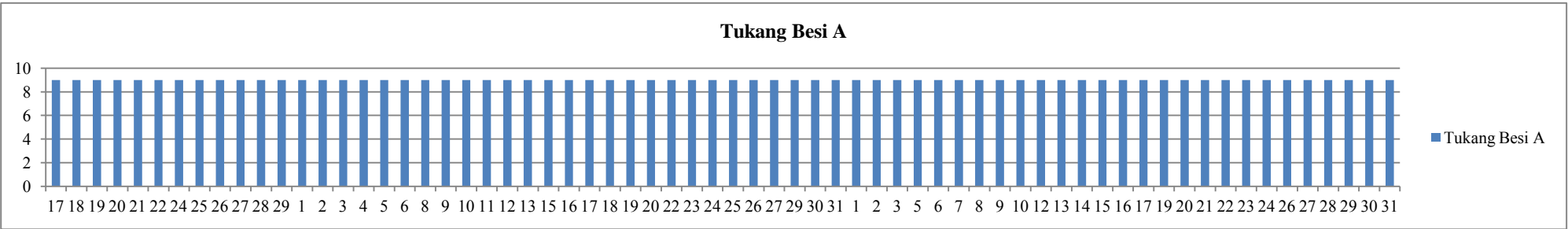


Buruh Kayu D



Buruh Batu B



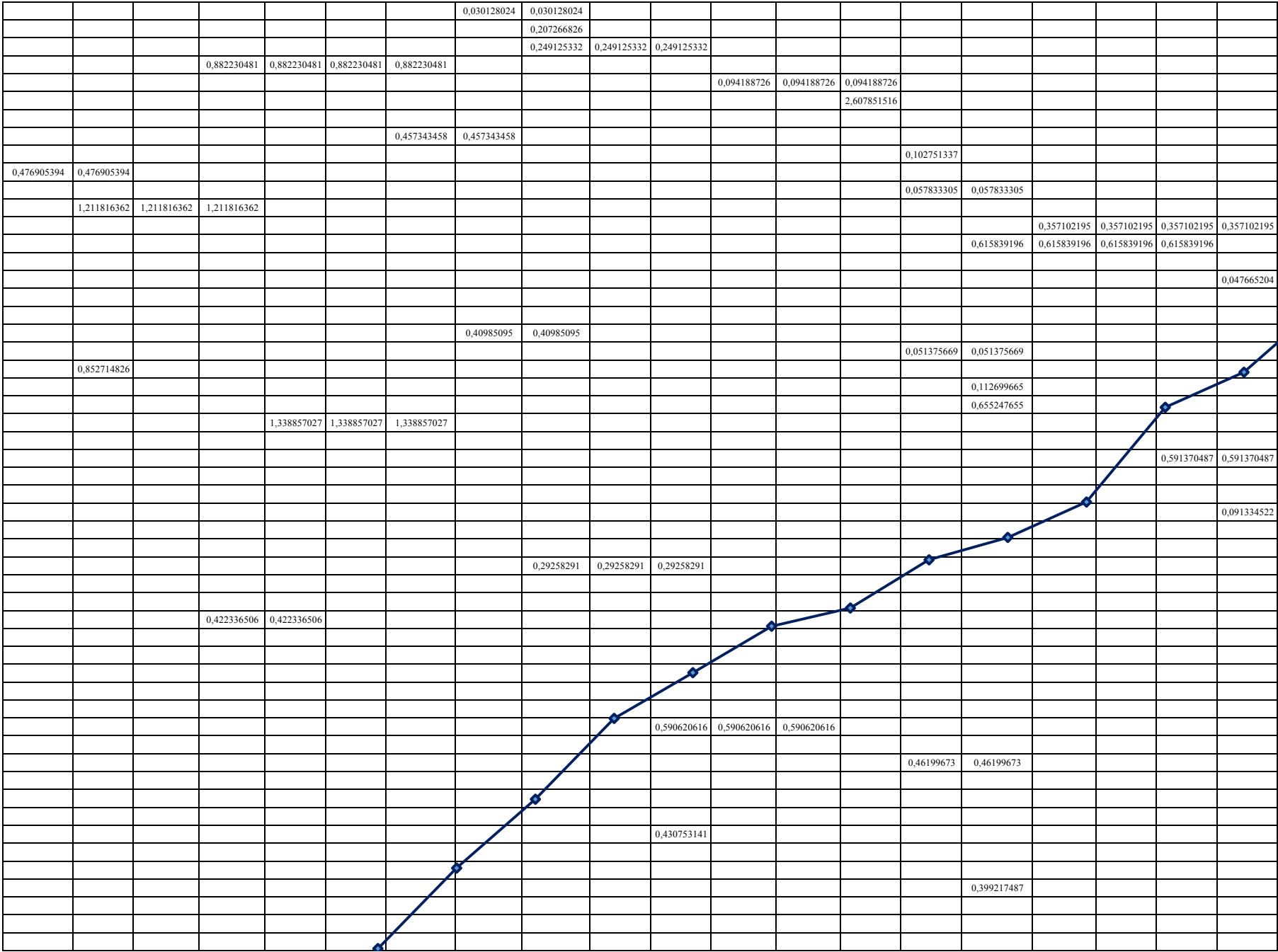


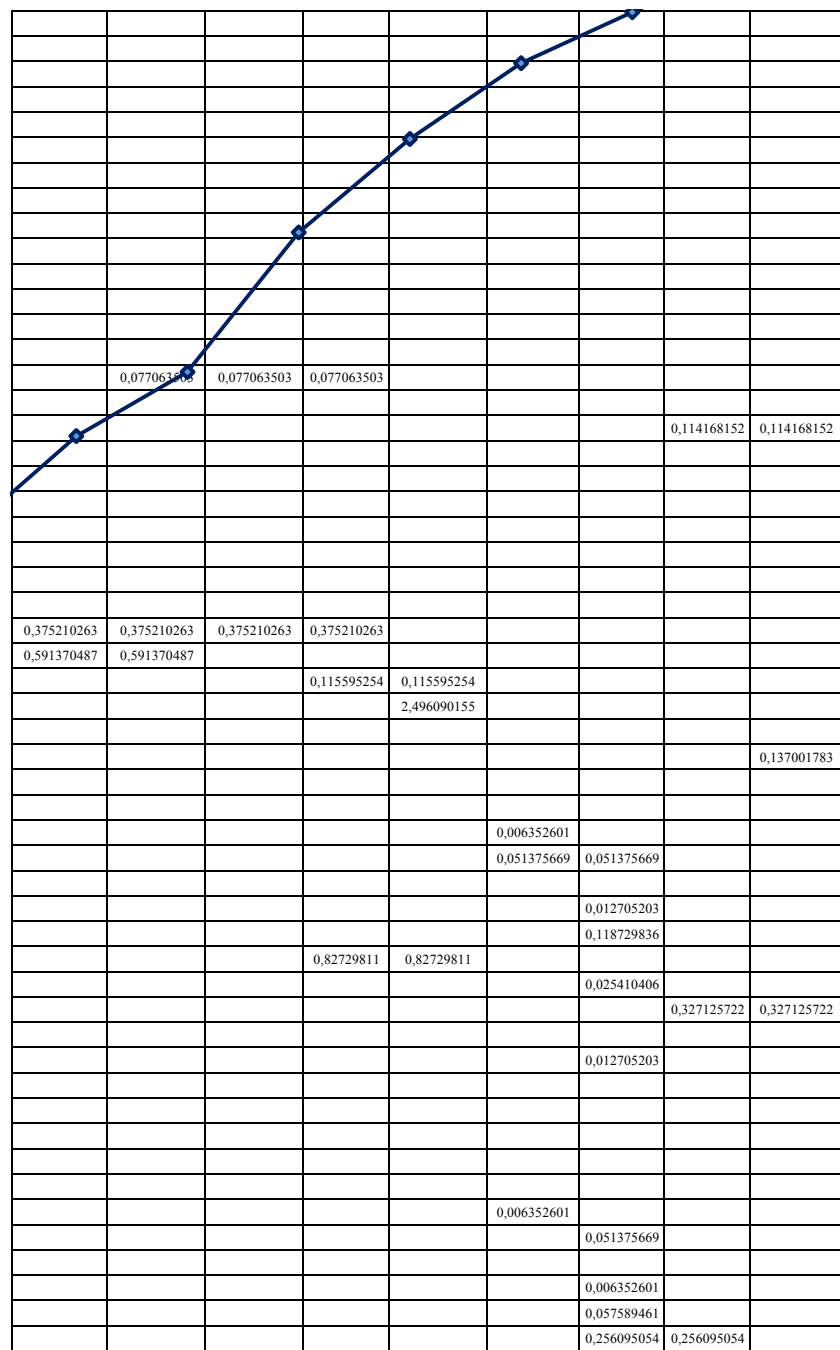
No.	Uraian	Durasi	Biaya	Bobot	durasi dalam	September					Oktober		
			(Rp.)	(%)		1 s/d 7	8 s/d 14	15 s/d 21	22 s/d 28	29 s/d 5	6 s/d 12	13 s/d 19	20 s/d 26
I	PEKERJAAN PERSIAPAN												
	Uitzet	1 day	739176	0,023	1	0,023							
	Pemagaran	6 days	24624999	0,781	2	0,3905	0,3905						
	Direksi Keet	2 days	4839500	0,153	1		0,153						
	Gudang Material	2 days	6330875	0,201	2			0,100					
	Bouwplank	1 day	1862705	0,059	1			0,059072663					
II	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH ZONA 1												
	Pemancangan	8 days	302140032	9,582	2			4,791	4,791				
	Galian PC dan Pit Lift	6 days	2040000	0,065	2				0,032	0,032			
	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	4 days	720000	0,023	2					0,011	0,011		
	Urug Pasir PC	1 day	337440	0,011	1						0,011		
	Lantai Kerja PC	1 day	1280034	0,041	1						0,041		
	Bekisting Batu Bata PC	3 days	5945225	0,189	2						0,094271577	0,094271577	
	Urug Pasir Pit Lift	1 day	170380	0,005	2						0,002701662	0,002701662	
	Lantai Kerja Pit Lift	1 day	286042	0,009	1							0,009071357	
	Pabrikasi Pembesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	6 days	52681240	1,671	2					0,835349977	0,835349977		
	Pembesian PC, Pit Lift, dan Kolom Pendek	5 days	4050000	0,128	2						0,064219586	0,064219586	
	Bekisting Batu Bata Pit Lift dan Kolom Pendek	3 days	4556792	0,145	1								
	Pabrikasi Bekisting Kayu Pit Lift	1 day	2218800	0,070	1								
	Bekisting Kayu Pit Lift	1 day	545934	0,017	1								
	Bongkar Bekisting Kayu Pit Lift	1 day	1440000	0,046	1								
	Urugan Tanah	4 days	126277501	4,0047	1								
	Galian Tie Beam dan Plat Lantai 1	13 days	6240000	0,198	4								
	Urug Pasir Tie Beam dan Plat Lantai 1	3 days	1951320	0,062	1								
	Lantai Kerja Tie Beam dan Plat Lantai 1	3 days	6702436	0,213	1								
	Bekisting Batu Bata Tie Beam	8 days	19785495	0,627	2								
	Pabrikasi Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	18 days	116644199	3,70	5								0,740
	Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	12 days	9720000	0,308	4								
III	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH ZONA 2												
	Pemancangan	5 days	199687520	6,333	2				3,166382668	3,166382668			
	Galian PC	3 days	1440000	0,046	2					0,02283363	0,02283363		
	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	3 days	540000	0,017	1						0,017125223		
	Urug Pasir PC	1 day	304300	0,010	1						0,00965038		
	Lantai Kerja PC	1 day	819528	0,026	2						0,012995	0,012995	
	Bekisting Batu Bata PC	2 days	3678030	0,117	1							0,116642747	
	Pabrikasi Pembesian PC dan Kolom Pendek	4 days	18122272	0,575	1						0,57471842		
	Pembesian PC dan Kolom Pendek	4 days	3240000	0,103	2							0,051	0,051
	Pengecoran PC	1 day	25968552	0,824	1								0,823550445
	Bekisting Batu Bata Kolom Pendek	2 days	2644068	0,084	2								
	Pengecoran Kolom Pendek dan Pit Lift	1 day	68360501	2,168	1								
	Galian Tie Beam dan Plat Lantai 1	14 days	6720000	0,213	3								

[illegible]

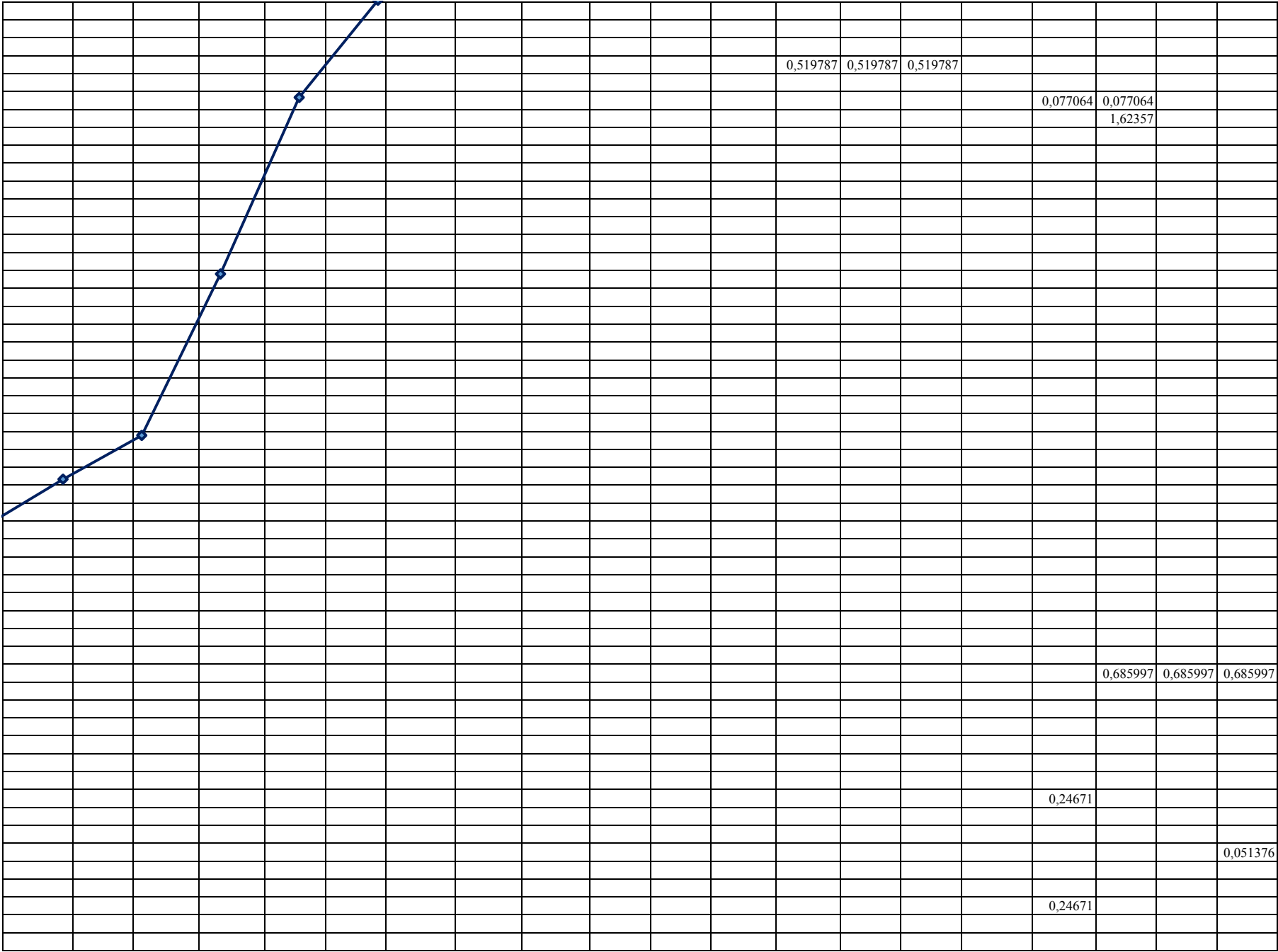
[illegible]

	Urug Pasir Tie Beam dan Plat Lantai 1	3 days	1900020	0,060	2														
	Lantai Kerja Tie Beam dan Plat Lantai 1	3 days	6535628	0,207	1														
	Bekisting Batu Bata Tie Beam	7 days	23566586	0,747	3														
	Pabrikasi Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	19 days	111275506	3,529	4														
	Pembesian Tie Beam dan Plat Lantai 1	11 days	8910000	0,283	3														
	Pengecoran Tie Beam dan Plat Lantai 1	1 day	82231912	2,608	1														
IV	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1 ZONA 1																		
	Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 1	6 days	28842307	0,915	2														
	Pembesian Kolom Lantai 1	1 day	3240000	0,103	1														
	Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1	3 days	30075978	0,954	2														
	Bekisting Kolom Lantai 1	2 days	3647250	0,116	2														
	Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	10 days	114634567	3,635	3														
	Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	15 days	45041209	1,428	4														
	Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	14 days	77675641	2,463	4														
	Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	9 days	7290000	0,231	3														
	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	2 days	1503000	0,048	1														
	Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	5 days	7200000	0,228	2														
V	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1 ZONA 2																		
	Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 1	6 days	25847198	0,820	2														
	Pembesian Kolom Lantai 1	4 days	3240000	0,103	2														
	Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1	3 days	26888176	0,853	1														
	Bekisting Kolom Lantai 1	2 days	3553695	0,113	1														
	Pengecoran Kolom Lantai 1	1 day	20661555	0,655	1														
	Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	11 days	126652272	4,017	3														
	Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	17 days	47325175	1,501	4														
	Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	16 days	74589409	2,365	4														
	Pembesian Balok dan Plat Lantai 2	9 days	7290000	0,231	2														
	Pengecoran Balok dan Plat Lantai 2	1 day	78707804	2,496	1														
	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	2 days	2880000	0,091	1														
	Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 2	6 days	8640000	0,274	2														
VI	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2 ZONA 1																		
	Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 2	6 days	27677556	0,878	3														
	Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 2	1 hr	200313	0,006	1														
	Pembesian Kolom Lantai 2	4 days	3240000	0,103	2														
	Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 2	3 days	26634598	0,845	2														
	Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 2	2 hrs	400626	0,013	1														
	Bekisting Kolom Lantai 2	2 days	3743841	0,119	1														
	Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	7 days	52173450	1,655	2														
	Pengangkatan Scaffolding dan Bekisting Balok Plat Lantai 3	4 hrs	801252	0,025	1														
	Scaffolding dan Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	4 days	20630142	0,654	2														
	Pabrikasi Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	12 days	55871121	1,772	3														
	Pengangkatan Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	2 hrs	400626	0,013	1														
	Pembesian Balok dan Plat Lantai 3	6 days	29135765	0,924	2														
	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 2	2 days	2880000	0,091	2														
	Bongkar Bekisting Balok dan Plat Lantai 3	4 days	5760000	0,183	2														
VII	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2 ZONA 2																		
	Pabrikasi Pembesian Kolom Lantai 2	3 days	13582696	0,431	1														
	Pengangkatan Pembesian Kolom Lantai 2	1 hr	200313	0,006	1														
	Pembesian Kolom Lantai 2	2 days	1620000	0,051	1														
	Pabrikasi Bekisting Kolom Lantai 2	2 days	12588300	0,399	1														
	Pengangkatan Bekisting Kolom Lantai 2	1 hr	200313	0,006	1														
	Bekisting Kolom Lantai 2	1 day	1815936	0,058	1														
	Pengecoran Kolom Lantai 2	1 day	16150602	0,512	2														





[illegible]



0,519787 0,519787 0,519787

0,077064 0,077064
1,62357

0,685997 0,685997 0,685997

0,24671

0,051376

0,24671

[illegible]

	Pembesian Tangga Lantai 2	2 days	1620000	0,051	2									
	Pengecoran Tangga Lantai 2	1 day	4680604	0,148	1									
	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 2	1 day	1425000	0,045	1									
	Pabrikasi Bekisting Tangga Lantai 3	1 day	7779375	0,247	2									
	Bekisting Tangga Lantai 3	1 day	3051732	0,097	1									
	Pabrikasi Pembesian Tangga Lantai 3	2 days	4599632	0,146	1									
	Pembesian Tangga Lantai 3	2 days	1620000	0,051	2									
	Pengecoran Tangga Lantai 3	1 day	4680604	0,148	1									
	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3	1 day	1425000	0,045	2									
			3153243637,00	100		0,414	0,644	4,950	7,990	4,068	1,697	0,351	1,615	
						0,414	1,0582472	6,0086467	13,998317	18,066648	19,76323	20,1145	21,729266	

1,491	5,491	6,006	3,306	2,739	2,342	2,749	1,557	1,580	0,619	1,640	0,762	1,205	3,222	1,194	2,354	1,543	3,360	2,250	1,825
23,220124	28,71127	34,71708	38,022769	40,76133	43,10293	45,8524	47,408933	48,988683	49,60745	51,2476	52,00947	53,21407	56,4359	57,62964	59,98385	61,52728	64,9	67,13716	68,962

	0,0256878	0,0256878						
					0,123355	0,123355		
		0,1458699						
1,228	1,172	1,789	1,434	4,706	1,455	1,743	2,064	1,398
70,189909	71,361992	73,15053	74,58423	79,290461	80,74515	82,48775	84,55194	85,95022

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Zhagita Devie Ariyanti, dilahirkan di Surabaya, 11 Januari 1994, merupakan anak ke dua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kemala Bhayangkari I Surabaya, SD Kemala Bhayangkari I Surabaya, SMPN 22 Surabaya, dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus Tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan di Diploma III Teknik Sipil ITS, dengan mengambil konsentrasi studi di Bangunan Gedung. Penulis sempat mengikuti kegiatan magang kerja di PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Proyek Pembangunan Linden Tower Marvel City Surabaya. Penulis pernah menjadi salah satu anggota Organisasi HIMA D3TEKSI Periode 2013 – 2014 sebagai staff Departemen Olahraga dan Seni. Penulis juga menjadi anggota beberapa kegiatan meliputi : *Tower Construction Competition* 2012 – 2013 sebagai Sekretaris, Gerigi ITS 2013 - 2014 sebagai anggota Sie. Kesehatan, OK2BK 2013 – 2014 sebagai anggota Sie. Kesehatan, dan *Tender Cup* 2013 – 2014 sebagai anggota Sie. Konsumsi.

Penulis mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya selama pengerjaan Tugas Akhir ini hingga selesai. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ayah dan Ibu yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Mbak Nina yang telah memberikan semangat setiap waktu. Penulis tak lupa mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Widjonarko Roestam MSc(CS) selaku dosen pembimbing I; Bapak Ir. Darman Katni S, MM selaku dosen pembimbing II; dan Ibu Ami yang telah membimbing Tugas Akhir ini.

Selain itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Mbak Joana yang telah membantu mencarikan bangunan (Gedung Workshop) untuk pembahasan pada Tugas Akhir ini, kepada Mas Hendro dari PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang telah membantu menjelaskan gambar struktur dari Gedung Workshop ini, Bapak Achmad Nur Aris dari PT. Jaya Beton Karya Mandiri yang telah membantu memberikan daftar harga sewa alat berat.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ibu Sulfi yang telah membantu membuat surat untuk keperluan dari Tugas Akhir; Dian selaku partner Tugas Akhir; TS, Amir, Alvi, Muchtiani, Adam, Akbar, Imas, Satrio yang telah sharing bersama mengenai Tugas Akhir ini; Mbak Tania, Mas Leksi, Mas Faris, Mbak Miftah yang telah bersedia mengajarkan teori – teori dari Tugas Akhir ini; Afrida yang telah membantu dalam penguploadan file Tugas Akhir; Diega yang telah bersedia mengantarkan kemana – mana dan membantu ngeprint; Winda B.V, Freedy, Azizah, Dining, Aliefia, Safira yang telah bersedia mendengarkan curhatan dan memberikan solusi; Mas Vian dan Fathirul yang telah bersedia meminjamkan laptopnya untuk kelancaran dari Tugas Akhir; Yoga yang telah membantu menyusun lampiran.

Penulis juga mengucapkan maaf dan terimakasih kepada semua pihak yang belum tersebut. Jika saat penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah banyak merepotkan dan menyinggung perasaan orang lain, penulis mohon maaf.

Kasih dan sayang selalu tercurahkan dari penulis untuk semua pihak yang terlibat.

Sekian. Terimakasih.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Dian Apriliana, dilahirkan di Surabaya, 4 April 1994, merupakan anak ke dua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK PKK Sentul Blitar, SDN Pacar Kembang II Surabaya, SMPN 9 Surabaya, dan SMAN 2 Surabaya. Setelah lulus Tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan di Diploma III Teknik Sipil ITS, dengan mengambil konsentrasi studi di Bangunan Gedung. Penulis sempat mengikuti kegiatan magang kerja di PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Proyek Pembangunan Linden Tower Marvel City Surabaya. Penulis pernah menjadi anggota beberapa kegiatan meliputi: *Tower Construction Competition* 2012-2013 sebagai Sie. Dana dan *Tender Cup* 2013-2014 sebagai anggota Sie. Konsumsi.

Penulis mengucapkan puji syukur sedalam-dalamnya kepada Allah SWT atas tercapainya penyelesaian tugas akhir ini. Juga pada kedua orang tua yang selalu mendukung baik moril maupun materil dan juga yang menjadi penyemangat terbesar terlebih pada Ibu yang selalu menemani mengerjakan hingga laruit malam. Penulis tak lupa mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Widjonarko Roestam MSc(CS) selaku dosen pembimbing I; Bapak Ir. Darman Katni S, MM selaku dosen pembimbing II; dan Ibu Ami yang telah membimbing Tugas Akhir ini.

Selain itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Mbak Joana yang telah membantu mencarikan materi bangunan (Gedung Workshop) untuk pembahasan pada Tugas Akhir ini, kepada Mas Hendro dari PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang telah membantu menjelaskan gambar struktur dari Gedung Workshop

ini, Bapak Achmad Nur Aris dari PT. Jaya Beton Karya Mandiri yang telah membantu memberikan daftar harga sewa alat berat.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ibu Sulfi yang telah membantu membuatkan surat untuk keperluan Tugas Akhir; Bu Palupi yang bersedia meminjamkan tempat, memberikan arahan dan semangat; Icha selaku partner Tugas Akhir yang selalu sabar, kedua orang tua Icha yang selalu mendukung; juga kepada teman-teman seperjuangan yaitu Ika, Orin, TS, Rosa, Amir, Toyo, Alvi, Hasan, yang telah berbagi cerita, ilmu, dan pengalaman; Mbak Tania yang telah bersedia meluangkan waktu dan mengajarkan teori-teori dari Tugas Akhir ini; teman-teman yang selalu memotivasi agar Tugas Akhir ini lekas selesai yaitu Gesy, Rin, dan Enji; rekan-rekan sejawat yang sering memberikan intermezzo yang garing dan tidak penting namun memeriahkan suasana saat suntuk mengerjakan Tugas Akhir yaitu Angga, Apep, Ojan, Kirom, Dimbros; juga Yoga yang bersedia membantu dalam segala hal dan tidak pernah capai dalam memberikan semangat; dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis memohon maaf bila saat penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah banyak merepotkan dan menyinggung perasaan orang lain. Kasih dan sayang selalu tercurahkan dari penulis untuk semua pihak yang telah membantu.

Sekian. Terimakasih.